



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE**

TEMA:

**“ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS, Y LA
ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE
PROTECCIÓN DE FUENTES DE AGUA EN LA MICROCUENCA
ALTA EN LA COMUNIDAD DE APAWA, DE LA PARROQUIA
PILALÓ – CANTÓN PUJILÍ – PROVINCIA COTOPAXI”**

Autora:

Yesenia Gabriela Amores Chiluisa

Directora de Tesis:

Ing. Ruth Pérez Salinas.

LATACUNGA – ECUADOR

2012

AUTORÍA

Yo, **YESENIA GABRIELA AMORES CHILUISA** portadora de cédula de identidad N° 050335666-9, libre y voluntariamente declaro que la tesis titulada **“ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS, Y LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE PROTECCIÓN DE FUENTES DE AGUA EN LA MICROCUENCA ALTA EN LA COMUNIDAD DE APAWA, DE LA PARROQUIA PILALÓ – CANTÓN PUJILÍ – PROVINCIA COTOPAXI”**, es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

Yesenia Gabriela Amores Chiluisa
0503356669

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Yo, Ruth Narcisa Pérez Salinas, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Directora de la Presente Tesis de Grado: “ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS, Y LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE PROTECCIÓN DE FUENTES DE AGUA EN LA MICROCUENCA ALTA EN LA COMUNIDAD DE APAWA, DE LA PARROQUIA PILALÓ – CANTÓN PUJILÍ – PROVINCIA COTOPAXI”, de autoría de Amores Chiluisa Yesenia Gabriela de la especialidad de Ingeniería en Medio Ambiente. **CERTIFICO:** Que ha sido prolijamente revisada. Por tanto, autorizo la presentación de este empastado; la misma que está de acuerdo a las normas establecidas en el REGLAMENTO INTERNO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, vigente.

Ing. Ruth Pérez S.

DIRECTORA DE TESIS



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

LATACUNGA-COTOPAXI-ECUADOR

CERTIFICACIÓN

En calidad de miembros del tribunal para el acto de Defensa de Tesis de la señorita postulante: **AMORES CHILUISA YESENIA GABRIELA** con el Tema: **“ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS, Y LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE PROTECCIÓN DE FUENTES DE AGUA EN LA MICROCUENCA ALTA EN LA COMUNIDAD DE APAWA, DE LA PARROQUIA PILALÓ – CANTÓN PUJILÍ – PROVINCIA COTOPAXI”**, se emitieron algunas sugerencias, mismas que han sido ejecutado a entera satisfacción, por lo que autorizamos a continuar con el trámite correspondiente.

.....
Ing. Renán Lara Landázuri
Presidente del Tribunal

.....
MSc. Patricio Clavijo Cevallos
Opositor del Tribunal

.....
Dr. Polivio Moreno
Secretario del Tribunal

.....
Ing. Ximena Reyes
Asesor Externo

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme brindado la salud y la vida, a las autoridades y docentes de la UTC, a mis abuelitos José y María, a mi madre Mercedes, a mis tíos y a la Dirección de Gestión Ambiental del GAD de la Provincia de Cotopaxi, quienes con gran sentido de responsabilidad y cariño me orientaron con sus claras ideas para la realización de este trabajo de investigación.

Gabriela Amores

DEDICATORIA

A Dios por haberme brindado la salud y la vida, y sus bendiciones en todos los días de mi vida.

A mi familia, mis queridos y muy apreciados abuelos José y María por entenderme y apoyarme en cada paso que he dado, a mi madre Mercedes por enseñarme a jamás darme por vencida.

A mis queridos tíos Moisés, Pablo, Jorge, Jesús, José, Antonio, Amada y Narcisa, que con su incondicional apoyo fortalecieron mi responsabilidad y sentimiento hacia el éxito.

Gabriela Amores

I. INTRODUCCIÓN

Los recursos hídricos se utilizan en varios sectores, principalmente para el uso doméstico o sea el de utilidad directa para el hombre, para la industria, para la minería, para las áreas urbanas, para la recreación, para producción de energía y para la producción agrícola, forestal y pesquera, así como para el mantenimiento de ecosistemas protegidos y no explotados.

El manejo de aguas y su creciente escasez son de suma importancia mundial en la actualidad. Los países en desarrollo requieren y demandan un mayor apoyo de las agencias de las Naciones Unidas para reforzar su capacidad técnica, para la transferencia de tecnología y para la formulación de sus políticas en materia de protección de la calidad del agua y protección del medio ambiente.

La calidad del agua es un factor que incide directamente en la salud de los ecosistemas y el bienestar humano: de ella depende la biodiversidad, la calidad de los alimentos, las actividades económicas. Desde la perspectiva de su gestión, la calidad del agua se define por su uso final. Así, el agua para el recreo, la pesca, la bebida o como hábitat para organismos acuáticos requiere de mayores niveles de pureza, mientras que para obtener energía hidráulica, por ejemplo, las normas de calidad son mucho menos importantes.

Sin embargo, debemos tener en cuenta que después de su uso el agua suele volver de nuevo al sistema hidrológico, de manera que si se deja sin tratamiento puede acabar afectando gravemente al medio.

La calidad del agua se puede establecer en función de parámetros físicos, químicos, bacteriológicos y biológicos, los mismos que en forma conjunta pueden dar un criterio

respecto a la condición en la que se encuentra el recurso. Información necesaria para establecer la aptitud de uso.

Para lo que hay que considerar que los páramos suministran agua confiable para consumo humano, para la agricultura y la industria. Considerándose importante la calidad del agua que se relaciona con el páramo que es un complejo ecosistema que almacena agua debido a sus tipos de vegetación en las zonas altas, además que controla la erosión y permite disponer de agua en las zonas más bajas. Las formaciones vegetales ayudan sustancialmente a que muchos procesos se efectúen en estos lugares favoreciendo a la regulación hídrica, retención de carbono y proporción de oxígeno.

En nuestro país, es difícil saber exactamente cuánto del páramo se encuentra en su estado natural y cuánto del páramo es producto de la transformación humana; cabe recalcar que no sólo los cambios sociales y económicos han sido factores importantes para este fenómeno, sino también han influido cambios políticos como la reformas agrarias, la educación deficiente lo que no ha permitido un adecuado control para frenar el aprovechamiento del ecosistema páramo, cambios culturales que se evidencian en la quema y corte del pajonal y finalmente cambios ambientales que son producto de estas malas prácticas que nos enfrentan al calentamiento global.

II. PROBLEMATIZACION

2.1 Planteamiento Del Problema

Al analizar el tema de las microcuencas, de la calidad que tienen sus aguas, nos lleva a conocer que desde hace varios años atrás, el hombre ha formado parte de la naturaleza, realizando actividades para su sobrevivencia como: la vida en el hogar, la agricultura, ganadería entre otras, donde el agua es muy importante y vital. Estas actividades del hombre, muchas veces han creado desequilibrios en la naturaleza y grandes cambios cuando se utilizan los recursos naturales sin planificación ni control y sin acciones de conservación; por desconocimiento de las relaciones entre los recursos naturales y el hombre, hemos provocado problemas y desgracias en muchos casos difíciles de remediar.

Dentro de esto el deterioro de las microcuencas; la deforestación, la quema de rastrojos, la siembra de cultivos y las actividades ganaderas en terrenos con alto grado de pendiente, son algunas de las actividades que afectan gravemente la microcuenca. Esto reduce la capacidad de captación y almacenamiento de agua, disminuyendo con ello la cantidad de agua apta para el consumo humano y riego. Otras actividades como el uso inadecuado de letrinas, la disposición de basuras en los ríos o quebradas, la eliminación en estas fuentes de productos químicos utilizados en la agricultura y de desecho industrial, hacen que disminuya la calidad del agua, afectando con ello la salud de la población.

En el deterioro de la microcuenca, también se menciona sobre el páramo que es un ecosistema de baja productividad de biomasa fácilmente vulnerable a disturbios antrópicos a pesar de existir gran cantidad de vegetación propia del lugar. Este ecosistema, es hogar de varias comunidades indígenas, las mismas que desarrollan sus

actividades productivas en él, tanto para su propia alimentación como para el mercado local.

Es preciso mencionar que dentro de la microcuenca, “el agua es un bien agotable”, es decir se puede terminar o puede bajar su cantidad y calidad, si no se toman medidas o soluciones prácticas que logren evitar que esto suceda; sumando a esto el posible incremento de la contaminación en los manantiales a causa de la presencia de los animales en las captaciones, provocando la disminución de la calidad de las aguas por un mal manejo en prácticas de pastoreo. Por esta razón es necesaria la elaboración del Plan de Manejo Ambiental en la Protección de las Fuentes de agua de la Comunidad de Apawa.

El presente estudio se realizó en cuatro captaciones que son utilizadas para el sistema de agua de consumo humano en la microcuenca alta de la Comunidad de Apawa, Parroquia Pilaló, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi. Tomando en cuenta que actualmente es evidente el desconocimiento de un manejo adecuado de este recurso. Lo que determinó que el objeto de estudio sea el análisis de la calidad del agua en las cuatro captaciones y el campo de investigación sea la propuesta de un Plan de Manejo para la Protección de las Fuentes hídricas y el manejo integral del páramo.

2.2 Formulación del Problema

La aplicación del estudio de la calidad de las aguas en la microcuenca alta de la Comunidad de Apawa, Parroquia Pilaló, Cantón Pujilí – Provincia Cotopaxi, permitirá la elaboración del Plan de Manejo Ambiental con un enfoque sostenido e integral de este ecosistema para la Protección de las Fuentes de agua que allí se encuentran.

III. JUSTIFICACIÓN

Dada la importancia que amerita un adecuado estudio de la calidad del agua y un adecuado manejo y conservación de la microcuenca alta en la Comunidad de Apawa, de la Parroquia Pilaló, Cantón Pujií, Provincia de Cotopaxi, se considera importante la problemática ambiental que ha venido surgiendo en estos últimos años con el deterioro del páramo, de las microcuencas y al acceso al agua para consumo humano y regadío.

La presente investigación tiene como fin realizar el estudio de la calidad del agua para consumo humano en las cuatro captaciones y a su vez elaborar el Plan de Manejo Ambiental de Protección de Fuentes de agua, tomando como base el ecosistema páramo, el mismo que se constituye en el mecanismo operativo de planificación y gestión, puesto al servicio de los actores e instituciones públicas o privadas, organizaciones de base de los usuarios y población civil organizada, involucradas directamente en el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.

Con la información obtenida procedente de la zona de estudio de las captaciones en Cruz Cucho, Mula Rumicuchi, Casca y Quinsacocha, y a su vez con los resultados nos permitirán recomendar un mejor servicio en la dotación de este recurso agua y un adecuado mantenimiento y operación del Sistema de Agua en la Comunidad de Apawa.

IV. OBJETIVOS

Objetivo General

Realizar el estudio de la calidad de las aguas en la microcuenca alta en la Comunidad de Apawa, de la Parroquia Pilaló, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi, para la elaboración del Plan de Manejo Ambiental de Protección de Fuentes de agua.

Objetivos Específicos

- Determinar los Índices de Calidad de Agua en las cuatro captaciones determinadas en la zona de estudio.
- Diagnosticar la situación actual de la microcuenca alta en la Comunidad de Apawa.
- Elaborar el Plan de Manejo Ambiental de Protección de las Fuentes de agua, tomando como base el ecosistema páramo.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. MARCO TEÓRICO

1.1.1. Gestión de Microcuencas

El recurso hídrico del cual disponemos para consumo humano y otras actividades de la economía rural como la agricultura y la ganadería está sobre todo en las aguas superficiales de los lagos, ríos y quebradas y en las aguas profundas de los mantos acuíferos.

La Protección de microcuencas nos ayuda a conocer cómo ella está formada y cómo capta agua lluvia y la guarda para que nosotros podamos utilizarla adecuadamente °.

Si logramos mantener las condiciones de protección que la microcuenca necesita como por ejemplo evitando la deforestación, las inadecuadas prácticas agrícolas y la contaminación entre otras, estaremos asegurando agua limpia y abundante por mucho tiempo para las presentes y futuras generaciones °.

1.1.2. Importancia de la Microcuenca

Las microcuencas son importantes, porque además de convertirse en zonas "productoras" o "captadoras" de agua, regulan y favorecen las condiciones del clima,

producen oxígeno, sirven de casa para muchas formas de vida vegetal, animal como insectos y microorganismos que a simple vista no se pueden ver, además de ser el lugar donde el hombre habita y realiza todas sus actividades productivas ^c.

Las microcuencas forman parte de una subcuenca o cuenca, facilita la relación entre sus habitantes, independientemente de que si estos se agrupan dentro de dicho territorio en comunas delimitadas por razones político-administrativas, debido a su dependencia común a un sistema hídrico compartido, a los caminos y vías de acceso y al hecho que deben enfrentar peligros comunes. Debido a esta interdependencia, si no existen sistemas de conciliación de intereses entre los diferentes actores que dependen de una misma cuenca o microcuenca y del agua se producen conflictos entre ellos.

1.1.2.1. Zonas de una Microcuenca:

Según la ubicación de la microcuenca, se identifican tres zonas importantes:

- ***Parte alta o zona de recarga***

Es el lugar donde se produce la mayor infiltración del agua, debido a la abundancia de lluvias en la zona, y en ocasiones la presencia de neblinas; razón por la cual, deberá permanecer siempre forestada, para permitir la infiltración del agua ^c.

- ***Parte media o zona de amortiguamiento***

Es la parte de la microcuenca que permite el desarrollo de actividades agrícolas bajo restricciones y con la implementación de técnicas de conservación de suelos como cultivos en curvas a nivel, barreras vivas, barreras muertas, fajas en contorno, terrazas individuales, acequias de ladera; esta es la zona vulnerable de la microcuenca, cuando no se practican estas técnicas de cultivo ^c.

- ***Parte baja o ribereña***

Es la zona de drenaje de la microcuenca, que recoge toda el agua de las partes altas y medias de ésta, es aquí donde se pueden practicar las actividades agrícolas y ganaderas, desarrollar industrias y construir viviendas ^c.

1.1.3 La Microcuenca como un sistema

Los elementos que encontramos en una microcuenca están íntimamente relacionados para conformar un sistema; entre ellos están:

- Elementos biofísicos: suelo, animales, plantas, relieve, clima.
- Elementos sociales: familias, escuelas, creencias y tradiciones, costumbres, ONGs, OGs, clases sociales.
- Elementos económicos: uso de la tierra, créditos, producción, tenencia de la tierra.
- Elementos demográficos: tamaño de la población, edad, sexo.

1.1.4. Protección de Fuentes Hídricas

Las recomendaciones que debemos tener para conservar el agua, en la microcuenca en estudio, son las siguientes:

a) Desde la fuente hacia arriba.

- Planificar y controlar el pastoreo, determinando áreas de rotación, en base a canchas.
- Manejar y mejorar las pasturas naturales. Evitando el sobrepastoreo, controlando y sancionando la quema de pastos y arbustos.
- Declarar zonas protegidas las áreas donde se produce el agua de acuíferos.
- En áreas con problemas, realizar repoblamiento de la pradera natural y en la ladera realizar reforestación.

- Construir zanjas de infiltración, en laderas donde técnicamente sea factible realizarlos.
- Evitar construir infraestructuras sanitarias en áreas cercanas a las fuentes de agua, a unos 30 m de radio y evitar la presencia de animales.
- Promover la agricultura orgánica, para evitar el uso de agroquímicos, en especial en las áreas cercanas a los manantes.

b) Desde la fuente hacia abajo.

- Realizar la medición periódica de los caudales en las fuentes de agua, para conocer su rendimiento, actividad que debe efectuarse cada 6 meses, una en época de lluvia y otra en época de sequía.
- Utilizar de mejor manera el uso racional del agua
- No dejar los caños abiertos.
- Reparar las fugas en las tuberías y cañerías.
- No utilizar el agua de consumo para regar pequeñas huertas.
- Conocer las diferentes partes que conforman el sistema de agua, así como su operación y mantenimiento.
- Proteger las principales estructuras del sistema de agua (captación, conducción, reservorio y redes de distribución) con obras adecuadas y oportunas.
- Tratar las aguas residuales, para de esta manera evitar la contaminación a través de la construcción de pozos percoladores y sépticos.

En la siguiente tabla mencionamos los conflictos que se presentan en relación al agua los conflictos que se presentan en relación al agua, son problemas que se producen por la escasez, el mal uso o la tenencia del agua, entre los usuarios. Dentro de la microcuenca se pueden presentar conflictos ambientales y sociales, los que se dan entre la naturaleza y el hombre y entre los hombres.

Tabla N°1. Conflictos que se presentan en relación al agua.

PROBLEMA	EFFECTOS
Mal manejo de los recursos naturales.	<ul style="list-style-type: none">• Reducción de la cantidad de lluvia.• El agua es cada vez menos.
Mal uso del territorio, sin considerar su potencial.	<ul style="list-style-type: none">• Problemas de erosión.• Pérdida de la capa arable del suelo.• Pérdida de plantas y pastos que protegen el suelo.• Contaminación de los cauces de aguas superficiales.
La contaminación por residuos sólidos, líquidos y agroquímicos.	<ul style="list-style-type: none">• Aparición de enfermedades.• Uso inadecuado de agroquímicos.• Tratamiento costoso del agua para consumo humano.
Escasez de agua y otros recursos.	<ul style="list-style-type: none">• Conflictos de uso entre comunidades.• Comunidades que tienen el recurso y no lo usan, otras que no lo tienen y lo necesitan.

Fuente: Manual de Capacitación AJASS - Zona Alto Andina (2000) ^c

1.1.5. El Ecosistema Páramo

La palabra páramo, viene del latín páramos y fue utilizada en España antes de la época de la conquista, para describir a las planicies desérticas o áridas que contrastaban con las regiones fértiles. Los primeros exploradores españoles aplicaban el término páramo a las áreas Andinas que eran elevadas, frías, inhóspitas con fuertes vientos y lluvias. El páramo es un ecosistema natural entre el límite del bosque cerrado y la nieve perpetua en los trópicos húmedos ⁶.

En países como Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela este tipo de ecosistemas son únicos, pero poco apreciados y socialmente invisibles, muchos de éstos forman un intrincado sistema hidrológico que sirve a numerosas comunidades de montaña y es el hábitat de una variada flora y fauna. Por su alta biodiversidad, el alto grado de

endemismo y el atractivo que tiene este paisaje, algunas áreas de páramo están incluidas dentro de los sistemas nacionales de áreas protegidas de los países andinos ^e.

En el Ecuador los páramos que aún mantienen su cobertura vegetal típica, cubren cerca de 12 600 km²; es decir casi el 5 % del territorio nacional; dentro del SNAP hay aproximadamente 4 800 km² de páramo ¹². Estos ecosistemas comienzan a los 3 500 msnm, originados por los ramales oriental y occidental de la cordillera de los Andes que recorren paralelamente a lo largo de casi todo el país; no obstante, a 3°S del país, en las provincias de Cañar, Azuay y Loja, la forma de la cordillera cambia, es más angosta, baja y no se diferencian completamente los dos ramales, dando lugar a muchas ramificaciones con elevaciones de menor altura donde los páramos empiezan a 2 900 o 3 000 m s n m ¹⁰.

Los páramos del sur del Ecuador se encuentran sobre 3 100 m s n m, donde las hierbas en penacho son reemplazadas por arbustos, hierbas de 15 varios tipos, plantas en roseta y especialmente en los páramos más húmedos por plantas en almohadilla ¹⁶.

El clima de los páramos es generalmente húmedo la mayor parte del año, con una humedad continua en forma de lluvia, nubes y neblina, principalmente debido al levantamiento orográfico causado por los Andes; hacia el Sur de Ecuador se vuelven más secos debido a que son influenciados por dos masas de aire: una desde la Amazonía, compuesta por vientos alisios que soplan durante todo el año ascendiendo por las pendientes orientales cuya humedad al condensarse forma abundantes lluvias; la otra masa de aire seco y frío viene desde el oeste influenciada por la corriente de Humboldt ⁴.

Generalmente los suelos del páramo tienen una capa orgánica relativamente profunda, son muy ácidos con un alto nivel de saturación de agua y retención de humedad aún en períodos de baja precipitación, por lo que la capacidad de retención de agua del suelo es mucho más alta que la de la vegetación; es decir, 500 versus 31 m² ⁴.

Las plantas tienen formas de adaptación que tienden a aprovechar la humedad y el agua disponibles, ya que pese a la gran cantidad de precipitación anual existe una sequía fisiológica puesto que el agua del suelo tiene una alta presión osmótica y se encuentra a temperaturas tan bajas que las plantas no pueden aprovecharla en su totalidad ⁴.

1.1.5.1. Tipos de Páramos en Ecuador

Los páramos del norte y del sur son diferentes, hay páramos más secos y otros más húmedos; esta variabilidad viene dada por factores naturales y antropogénicos de diversa naturaleza. Se reconocen seis tipos de páramo incluidos en las subregiones Norte-Centro y Sur de la Región Sierra: Páramo herbáceo, Páramo de frailejones, Páramo seco, Páramo de almohadillas, Páramo arbustivo, Gelidofitia y Herbazal lacustre montano ¹⁷.

Tabla N°2. Tipos de páramos en el Ecuador (Mena et al. 2001).

Tipo	Distribución	Especies características
Páramo de pajonal	Es el más extenso y cubre alrededor del 70 % de la superficie del ecosistema en el Ecuador.	<i>Calamagrostis</i> , <i>Festuca</i> y <i>Stipa</i> , matizadas por manchas boscosas con <i>Polylepis</i> , <i>Buddleja</i> , <i>Oreopanax</i> y <i>Miconia</i> , arbustos de géneros como <i>Valeriana</i> , <i>Chuquiraga</i> , <i>Arcytophyllum</i> , <i>Pernettya</i> y <i>Brachyotum</i> .
Páramo de frailejones	Páramos nortños del Carchi y Sucumbíos, con una mancha pequeña en los Llanganates.	<i>Espeletia pycnophylla</i> es muy notable aunque la forma de vida dominante es el pajonal.
Páramo herbáceo de almohadillas	Sector de las antenas, cerca del páramo de la Virgen en la Reserva Ecológica Cayambe Coca.	<i>Azorella</i> , <i>Werneria</i> y <i>Plantago</i> .

Páramo herbáceo de pajonal y almohadillas	Es una combinación de los dos anteriores en el cual no se encuentra un dominio definido de una u otra forma de vida. Un análisis fitosociológico más detallado permitirá asegurar la existencia de este tipo de páramo o su inclusión en otro páramo de clima intermedio	
Páramo pantanoso	En los páramos de la cordillera oriental más húmeda especialmente en Cayambe, Antisana, Llanganates y Sangay.	<i>Isoëtes, Lilaeopsis, Cortaderia, Chusquea, Neurolepis</i> ; varios géneros formadores de almohadillas, <i>Oreobolus</i> y el musgo turbero <i>Sphagnum magellanicum</i> .
Páramo seco	En el sur de Azuay y el norte de Loja.	<i>Stipa</i> y otras hierbas resistentes a la desecación como <i>Orthrosanthus</i> y <i>Buddleja</i> .
Páramo sobre arenales	Se desarrollan sobre un suelo arenoso, como los arenales del Chimborazo. En estos sitios, la humedad es mayor y la escasez de cobertura vegetal se puede deber más bien a erosión climática y antropogénica.	
Páramo arbustivo del Sur	En la provincia de Loja	Vegetación arbustiva y herbácea dominada por <i>Puya, Miconia, Neurolepis, Oreocallis Weinmannia</i> y <i>Blechnum</i> . Hay muchos elementos de bosque andino y menos de páramo.
Superpáramo	Se sitúa a los 4 200 msnm	<i>Draba, Culcitium, Chuquiraga, Cortaderia, Baccharis</i> y <i>Gentiana</i> .
Superpáramo azonal	Los lahares del Cotopaxi y del Antisana son ejemplos notables.	Existen especies como las del superpáramo y líquenes foliosos.

Fuente: Mena V; P Medina y R Hofstede (2001)

1.1.5.2. Políticas Nacionales y Plan de Acción para la Conservación y Manejo del Ecosistema Páramo en el Ecuador

1.1.5.2.1 Estrategias de Uso Sostenible y Conservación

Solo aprovechando este interés y energías locales se encuentran soluciones al uso sostenible y conservación del páramo. La razón de mostrar la diversidad de condiciones de pares de comunidades vecinas de páramo fue precisamente subrayar la necesidad de contar con la agencia local para encontrar soluciones ya que cada situación es única. Por otro lado, el propósito en este artículo de revisar los procesos históricos de la Sierra ecuatoriana fue mostrar que las grandes tendencias del uso del páramo siempre han respondido a procesos de la economía política nacional, lo que a su vez señala la urgencia de contar con estrategias nacionales desde el Estado ¹⁰.

La sostenibilidad del páramo pasa por el fortalecimiento de las capacidades locales de conocimiento ambiental y planificación y manejo del uso de los recursos naturales. Sin embargo, se requiere que el Estado identifique, con la participación de la población local fortalecida y organizada, las opciones de uso y conservación del páramo que se presentan en cada situación y las políticas que se deben implementar para lograr metas de corto, mediano y largo plazo. Siempre y cuando estas estrategias se definan con la población representada para lograr su visión de una vida mejor, en algunos casos la meta se orientará hacia la restitución de la base agraria del campesinado o al paulatino reemplazo de las tierras frágiles y economías minifundistas por usos alternativos como los servicios ambientales y la generación de ingresos no agrícolas como base de la economía rural. En estos posibles esquemas habrá siempre diferentes combinaciones de uso o conservación del páramo ¹⁰.

La definición de políticas para la conservación del páramo esta aun en la etapa de reconocimiento del problema y lejos todavía de la planificación regional y local para promocionar acciones, las siguientes observaciones que se nutren de la reflexión de este artículo puede ser útiles en la formulación de estrategias futuras ²:

1. Existen diferencias regionales en las percepciones que se tienen del páramo y las tendencias del uso de los pastizales naturales entre el norte, el centro y el sur. En la Sierra norte hay aún hoy grandes propiedades de páramo que controlan el acceso de

la población campesina, y por otro lado existen fuentes de ingreso alternativo en ciudades y fincas modernas del valle que reducen la presión sobre el páramo se combinan con la falta de alternativas de ingreso extra agrícola local, la migración y el deterioro productivo del páramo. En la Sierra sur, los páramos son deshabitados o están habitados con bajas densidades.

Consecuentemente, las estrategias de acción para la conservación con restauración de este ecosistema se deben, en primer lugar, adaptar a esta realidad ².

2. La economía regional de los cantones de páramo es muy diversa. Por ejemplo, el hecho de que la artesanía sea una variable importante en la economía familiar puede ser un factor que haga la situación de dos cantones ubicados en zonas muy alejadas del país parecidas en términos de las estrategias de desarrollo rural y conservación del páramo que se puedan aplicar ².
3. El estado de salud del páramo al nivel local es un mosaico de situaciones muy diversas que resulta de la heterogeneidad de condiciones que se dan en el ámbito de los grupos organizados de usuarios y usuarias, sus diferentes historias de relación con el páramo y su experiencia de manejo. Las estrategias de acción en el ámbito regional deben partir de un conocimiento adecuado de la diversidad de situaciones e intereses a la escala local, evitando soluciones homogénicas desde afuera y desde arriba ².
4. Una proporción importante de los páramos se encuentra bajo protección del Estado en todo el país o es parte de haciendas, principalmente en el caso de la Sierra norte. Estas propiedades tienen conflictos de tierras, acceso y uso con multitud de comunidades vecinas que ven el páramo como un recurso indispensable para su reproducción ante la carencia de alternativas de ingreso. La solución de estos conflictos locales puede contribuir a generar visiones de desarrollo compartidas en el ámbito regional y estas servir de base al diseño de políticas nacionales ².

5. El uso de los páramos está integrado en las zonas de economía campesina al uso de las zonas más bajas, principalmente como fuente de subsidio nutricional (abono orgánico) y como zona de pastoreo complementario. Por lo tanto, las estrategias de conservación del páramo pasan por estrategias de desarrollo integradas a la zona baja (por ejemplo, abonos mejorados para reducir el pastoreo extensivo o mejoramiento de suelos para evitar la expansión de la frontera agrícola ².
6. La regulación del ciclo hídrico es un servicio ambiental del páramo que unifica a los usuarios locales en torno a objetivos de mejorar su manejo (incluso en aquellos casos en que el páramo ha sido parcelado en su totalidad). Como en el caso de conflictos con áreas protegidas o haciendas, la búsqueda de objetivos comunes en el ámbito de la cuenca para proteger el agua es una escala adecuada que permite a las poblaciones locales expresar sus intereses.

1.1.5.2.2. Plan de Manejo de Cuencas Hidrográficas

El Plan de Manejo de la Cuenca se constituye en el mecanismo operativo de planificación y gestión, puesto al servicio de los actores e instituciones de la cuenca (públicas, privadas, organizaciones de base de los usuarios y población civil organizada), involucradas directamente en el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales ¹¹.

El Plan de Manejo de Cuencas Hidrográficas sirve para:

- Desarrollar y normar la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales principalmente de los hídricos de una cuenca y el suelo.
- Producir planes de desarrollo de los sistemas naturales de la cuenca.
- Lograr la participación de las comunidades en la toma de decisiones y la administración de los recursos en la cuenca y subcuencas.
- Mantener la integridad de los sistemas naturales.

- Realizar programas de organización y capacitación en torno a la preservación y restauración de los recursos naturales.
- Orienta las políticas y estrategias en materia del manejo de la cuenca.
- Orienta estudios básicos y ofrece lineamientos técnicos para el ordenamiento de la cuenca.
- Ofrece información para planificar e implementar proyectos en forma directa o en co-gestión.
- Ofrece el marco conceptual y la información adecuada para la gestión de proyectos específicos con financiamiento externo.
- Ofrece información técnica e institucional para la definición de las políticas nacionales en materia de recursos naturales y medio ambiente

1.1.6. Calidad del agua

El término "calidad del agua" es una expresión de empleo muy generalizado cuyo espectro es de un significado muy amplio. Cualquier persona está interesada en el agua desde su muy especial punto de vista; que puede implicar a sus aplicaciones comerciales, industriales, recreativas, etc. Como las características deseables del agua varían según la utilización a la que se la quiera destinar, y además de que la calidad del agua es dinámica, y sus parámetros están en constante evolución, es una exigencia que el profesional en el recurso hídrico se mantenga en contacto permanente con muchos sectores del mundo científico.

En el año de 1900 el agua de bebida de la máxima calidad que podía obtenerse de un río quedó definida por los experimentos que se llevaron a cabo en la Lawrence Experimental Station de Cambridge (Massachussets). Dichos estudios revelaron que un tratamiento por filtración lenta en arena de un río local era capaz de reducir los Escherichiacoli a 66 por cada 100 ml. Para 1914 el estándar de la Escherichia coli se redujo a 2 por 100 ml. Esto es tan solo un ejemplo del aspecto dinámico de la calidad del agua. Para el caso de la industria el agua se emplea como un ingrediente en un

producto acabado, como medio de transporte, como agente de limpieza, como refrigerante o como fuente de vapor, para calefacción o producción de energía.

Las exigencias de calidad de las aguas de los procesos industriales varían, según el tipo de la industria y la función del agua en cuestión. El agua de una calidad que se aproxima a la del agua destilada es deseable para empleos industriales tales como alimentación de calderas de alta presión, y el tratamiento de productos farmacéuticos.

Las industrias de alimentación, papel y pulpa y textil pueden necesitar agua de una calidad biológica superior a la de la potable debido a la presencia de organismos saprofiticos, tales como las cromo bacterias y las seudomonas que pueden provocar la destrucción de los alimentos o de la sacarosa; por otro lado las bacterias no patógenas, las algas y los hongos pueden afectar de modo adverso a la calidad de ciertos productos textiles y papeles.

La calidad del agua se puede establecer en función de parámetros físicos, químicos, bacteriológicos y biológicos, los mismos que en forma conjunta pueden dar un criterio respecto a la condición en la que se encuentra el recurso, brindar información necesaria para establecer la aptitud de uso ^b.

1.1.6.1. Temperatura

Es un parámetro físico importante de evaluarlo ya que influye sobre las propiedades físico-químicas y bacteriológicas al acelerar y retardar las reacciones químicas, la solubilidad de los gases, producir olores y sabores desagradables y altera el sistema bacteriológico. En ríos y lagunas localizadas en sectores elevados la temperatura fluctúa entre 4°C a 15°C, a medida que disminuye la temperatura aumenta la viscosidad del agua y disminuye la velocidad de sedimentación y filtración.

La determinación de temperatura debe realizarse in situ, generalmente se lo hace con un termómetro de mercurio o con el equipo electrónico portátil, en ambos casos se debe esperar un tiempo prudencial de 3 minutos para que el termómetro se estabilice ^b.

1.1.6.2. Conductividad eléctrica

La Conductividad es una medida de la salinidad del agua. Indica la presencia de sales o de compuestos que dan carga al agua y que facilitan la transmisión de la corriente eléctrica en el agua. La conductividad es afectada por la presencia de sólidos inorgánicos disueltos, este parámetro es afectado por la temperatura, a mayor temperatura mayor es la conductividad, por esta razón la conductividad se reporta a 25°C de temperatura. La geología del área del río influye en el valor de conductividad, así en los ríos corren a través de suelos con arcilla tienden a tener una conductividad mayor.

1.1.6.3 Nitratos

Los nitratos son una forma de nitrógeno que se encuentra en diferentes formas en los ecosistemas terrestres y acuáticos, pueden ser de origen animal o provenir de descargas domésticas y también de la escorrentía de aguas lluvias en terrenos tratados con fertilizantes a base de nitrato de amonio.

Las diferentes formas presentes son amonio (NH_3), nitratos (NO_3) y nitritos (NO_2). Los nitratos (NO_3) son esenciales para las plantas, pero cuando entran en exceso a los ecosistemas acuáticos pueden provocar serios problemas ^b.

1.1.6.4. Alcalinidad

Es la capacidad de neutralizar ácidos o la medida de sustancias alcalinas presentes en el agua, generalmente la alcalinidad expresa el contenido de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. Es importante medir la alcalinidad para determinar la habilidad del río para

neutralizar la contaminación ácida del aire y de las aguas residuales. La alcalinidad es una de las mejores medidas de la sensibilidad de los ríos a ingresos de ácidos.

La alcalinidad en los ríos está influenciada por las rocas, el suelo, sales, y ciertas descargas industriales. La alcalinidad total se mide calculando la cantidad de ácido necesario para llevar una muestra a pH 4.2. A este pH todos los componentes alcalinos de la muestra son “usados”. El resultado es reportado como ppm o mg/l de Carbonato de calcio (CaCO_3)

1.1.6.5. Fosfatos

El fósforo es un nutriente esencial para las plantas y animales de los ecosistemas acuáticos. El fósforo se encuentra en pequeñas cantidades en el agua dulce y si ocurre un pequeño incremento de este elemento, toda la cadena alimenticia de los ecosistemas acuáticos se puede alterar provocando un crecimiento acelerado de plantas, algas, reducir la cantidad de oxígeno en el agua e inclusive provocar la muerte de peces, invertebrados y otros animales acuáticos.

El fósforo tiene fuentes naturales como el suelo, rocas, actividades humanas como plantas de tratamiento de aguas servidas, escorrentía de campos de cultivo, fallas de los pozos sépticos, y de industrias. El fósforo está presente como molécula de fosfato (PO_4).

1.1.6.6. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO_2/l). Aunque este método pretende medir principalmente la concentración de materia orgánica, sufre interferencias

por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros...), que también se reflejan en la medida ^j.

Es un método aplicable en aguas continentales (ríos, lagos o acuíferos), aguas negras, aguas pluviales o agua de cualquier otra procedencia que pueda contener una cantidad apreciable de materia orgánica ^j.

1.1.6.7. Oxígeno disuelto (OD)

La presencia de OD en el agua es indispensable para mantener la vida acuática y para que se puedan dar los procesos de depuración en los cauces naturales, los desperdicios orgánicos que se encuentran en el agua son descompuestos por microorganismos que usan el oxígeno para su respiración, por tanto el análisis del contenido de oxígeno disuelto en el agua es muy importante y establece la salud del río. Concentraciones menores a 5mg/l indican condiciones poco favorables

1.1.6.8. DBO5

La oxidación microbiológica o mineralización de la materia orgánica es una de las principales reacciones que ocurren en los cuerpos de agua, la DBO es una medida de la cantidad de oxígeno utilizada por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias, en un período de 5 días y a 20 °C. Una DBO elevada significa que en la muestra de agua existe un alto contenido de materia oxidable, es decir que el agua está contaminada. Se puede considerar aguas en condiciones satisfactorias a aquellas cuyo valor de DBO5 no supera los 5mg/L. El mayor incremento de la DBO se debe a la incorporación en los ríos de las aguas residuales de origen industrial o doméstico.

1.1.6.9. Turbidez

Indica la presencia de sólidos en suspensión producto principalmente de la erosión, su presencia dificulta los procesos de depuración del agua, se constituye en el albergue de los microorganismos. La turbiedad se debe a la presencia de arcillas en suspensión, a las aguas residuales, a los sólidos en estado coloidal y la presencia de microorganismos.

Se puede determinar la turbiedad usando las probetas de turbiedad del equipo de campo según las especificaciones del método, o se puede realizar esta determinación en el laboratorio utilizando el equipo turbidimétrico.

1.1.6.10. Hierro

El hierro en los suministros de aguas procedentes del subsuelo en zonas rurales es muy frecuente: los niveles de concentración van entre rangos de 0 a 50mg/L, mientras la OMS recomienda niveles de <0.3mg/L. El hierro ocurre de manera natural en acuíferos pero los niveles de aguas subterráneas pueden aumentar por disolución de rocas ferrosas. Las aguas subterráneas que tienen hierro son normalmente de color naranja y provoca el destiño en las ropas lavadas, y además tienen un sabor desagradable, que se puede notar en el agua y en la cocina ^m.

El hierro que es disuelto en las aguas subterráneas se reduce a su forma hierro II. Esta forma es soluble y normalmente no causa ningún problema por si misma. El hierro II se oxida a formas de hierro III que son hidróxidos insolubles en agua. Estos son compuestos rojos corrosivos que tiñen y provocan el bloqueo de pantallas, bombas, tuberías y sistemas de recirculación, etc. Si los depósitos de hidróxido de hierro se producen por bacterias del hierro entonces son pegajosos y los problemas de manchas y bloqueo de sistemas son todavía más graves. La presencia de bacterias de hierro puede venir indicada por sustancias limosas corrosivas dentro de lugares de distribución, la reducción del flujo del agua, olor desagradable del agua bombeada del agujero, depósitos limosos y pegajosos que bloquean líneas de distribución principales y laterales, manchas en el pavimento, caída de paredes ^m.

1.1.6.10.1. *Tipos de Hierro*

Hay tres formas principales de hierro y manganeso. Otros tipos son mucho más raros.

- **Ferroso** - Este tipo de hierro es regularmente llamado “hierro de agua transparente” ya que no es visible cuando se sirve el agua. Se encuentra en agua que no contiene oxígeno, tales como agua de pozos hondos y agua de debajo de la tierra. El Dióxido de Carbono reacciona con el hierro en la tierra para formar bicarbonato de hierro soluble en agua, el cual en el agua, produce iones férricos (Fe^{++})^m.
- **Férrico** - Hierro Férrico también es conocido como “agua roja de hierro”. Este tipo de hierro es básicamente de hierro ferroso el cual ha estado expuesto a oxígeno, combinado con el hierro para formar los iones férricos (Fe^{+++}). Estas partículas oxidadas generalmente son visibles en agua servida^m.
- **Hierro Bacterial** - Depositando en limo en tanques de inodoros ó ensuciando filtros y suavizantes de agua son una buena indicación de la presencia del hierro bacterial. Mejor descrito como biofouling de hierro, el problema de la bacteria del hierro es complejo y extenso. Ataca a los pozos y sistemas de agua alrededor del mundo en todo tipo de ambiente acuífero, ambos contaminados y prístinos. En algunos lugares, esto causa gran daño, en otros, se considera una molestia menor^m.

1.1.7. Generalidades de los Índices de Calidad del Agua

Un índice de calidad de agua consiste básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros, los cuales sirven como una medida de calidad de agua, el índice puede ser representado por un número rango, una descripción verbal, un símbolo o un color.

Su ventaja radica, en que la información puede ser más fácilmente interpretada que una lista de valores numéricos. Consecuentemente un índice de calidad de agua es una herramienta comunicativa para transmitir información. Los usuarios de esta información pueden estar estrechamente relacionados, como biólogos ingenieros sanitarios e ingenieros ambientales, administradores de recursos hídricos; o en su defecto personas apenas familiarizadas con la misma, como el caso de usuarios abogados y público en general; sin embargo unos y otros podrán rápidamente tener una idea clara de la situación que expresa el índice como contaminación excesiva, media o inexistente, entre otras de fácil comprensión y abstracción ^g.

1.1.8. Análisis Físico, Químico y Bacteriológico del Agua

1.1.8.1. Agua Potable:

Significa que debe estar libre de microorganismos patógenos, de minerales y sustancias orgánicas que puedan producir efectos fisiológicos adversos. Debe ser estéticamente aceptable y, por lo tanto, debe estar exenta de turbidez, color, olor y sabor desagradable. Puede ser ingerida o utilizada en el procesamiento de alimentos en cualquier cantidad, sin temor por efectos adversos sobre la salud ^h.

Según el Art. 982 CAA¹ (modificado por Resoluc. 494/94). Con las denominaciones de Agua potable de suministro público y agua potable de uso domiciliario, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud.

Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente.

¹ CAA: Código Alimentario Argentino. Capítulo XII, artículo 982, aprobado por resolución N° 494/94 del Ministerio de Salud y Acción Social.

El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios. Ambas deberán cumplir con las características físicas, químicas y microbiológicas que cita el Art. 982 CAA.

1.1.8.2. Análisis físico – químico

Volumen de agua a extraer:

No es posible fijar de una manera general el volumen de agua a extraer para el análisis químico, pues variara según las determinaciones a efectuar entre 1 a 5 litros ^h.

Examen físico

- **Color:** El color de las aguas naturales se debe a la presencia de sustancias orgánicas disueltas o coloidales, de origen vegetal y, a veces, sustancias minerales (sales de hierro, manganeso, etc.). Como el color se aprecia sobre agua filtrada, el dato analítico no corresponde a la coloración comunicada por cierta materia en suspensión.

El color de las aguas se determina por comparación con una escala de patrones preparada con una solución de cloruro de platino y cloruro de cobalto. El número que expresa el color de un agua es igual al número de miligramos de platino que contiene un litro patrón cuyo color es igual al del agua examinada.

Se acepta como mínimo 0,2 y como máximo 12 mg de platino por litro de agua.

- **Olor:** Está dado por diversas causas. Sin embargo los casos más frecuentes son:
 - ❖ Debido al desarrollo de microorganismos,
 - ❖ A la descomposición de restos vegetales,

- ❖ Olor debido a contaminación con líquidos cloacales industriales,
- ❖ Olor debido a la formación de compuestos resultantes del tratamiento químico del agua.

Las aguas destinadas a la bebida no deben tener olor perceptible.

Se entiende por valor umbral de olor a la dilución máxima que es necesario efectuar con agua libre de olor para que el olor del agua original sea apenas perceptible.

Se aceptan como valores máximos para un agua óptima 2 a 10 unidades.

- **Sabor:** Está dado por sales disueltas en ella. Los sulfatos de hierro y manganeso dan sabor amargo. En las calificaciones de un agua desempeña un papel importante, pudiendo ser agradable u objetable.
- **Determinación de pH:** El pH óptimo de las aguas debe estar entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9. Las aguas de pH menor de 6,5, son corrosivas, por el anhídrido carbónico, ácidos o sales ácidas que tienen en disolución. Para determinarlo usamos métodos colorimétricos o potenciométricos.

Para poder decidir sobre la potabilidad del agua se requiere el control de un número elevado de parámetros químicos y determinados parámetros bacteriológicos. Dentro de los primeros cobra especial importancia el amonio, los nitratos y nitritos, indicadores de contaminación por excelencia^h.

- **Amonio:** Este ion tiene escasa acción tóxica por sí mismo, pero su existencia aún en bajas concentraciones, puede significar contenido aumentado de bacterias fecales, patógenos etc., en el agua. La formación del amonio se debe a la descomposición bacteriana de urea y proteínas, siendo la primera etapa inorgánica del proceso.

- **Nitritos:** Estos representan la forma intermedia, metaestable y tóxica del nitrógeno inorgánico en el agua. Dada la secuencia de oxidación bacteriana: proteínas → amonio → nitritos → nitratos, los nitritos se convierten en importante indicador de contaminación, advirtiendo sobre una nitrificación incompleta ^h.
- **Nitratos:** La existencia de éstos en aguas superficiales no contaminadas y sin aporte de aguas industriales y comunales, se debe a la descomposición de materia orgánica (tanto vegetal como animal) y al aporte de agua de lluvia (0,4 y 8 ppm) ^h.
- **Cloruros:** Todas las aguas contienen cloruros. Una gran cantidad puede ser índice de contaminación ya que las materias residuales de origen animal siempre tienen considerables cantidades de estas sales. Un agua con alto tenor de oxidabilidad, amoníaco, nitrato, nitrito, caracteriza una contaminación y por lo tanto los cloruros tienen ese origen. Pero si estas sustancias faltan ese alto tenor se debe a que el agua atraviesa terrenos ricos en cloruros. Los cloruros son inocuos de por sí, pero en cantidades altas dan sabor desagradable.
- **Residuos por evaporación (Sólidos Disueltos):** Se denomina así al peso de las sustancias disueltas en 1 litro de agua, no volátiles a 105 °C. Se consideran disueltas aquellas que no son retenidas por filtración.
- **Dureza:** Se habla de aguas duras o blandas para determinar calidad de las mismas. Las primeras tienen alto tenor de sales de calcio y magnesio disueltas. Las blandas son pobres en estas sales.

❖ Bicarbonato de calcio y magnesio: Dureza Temporal

❖ Sulfato y cloruro de calcio y magnesio: Dureza Permanente

Puede haber también nitratos, fosfatos, silicatos, etc. (dureza permanente).

- **Alcalinidad:** Está representada por sus contenidos en carbonatos y bicarbonatos. Eventualmente se puede deber a hidróxidos, boratos, silicatos, fosfatos. Las soluciones acuosas de boratos tienen un pH 8,3 y las de ácido carbónico 4,3. Por estas razones se toman estos pH como puntos finales. Como indicadores de estos puntos se utilizan fenolftaleína (pH 8,3) y heliantina (pH 4,2).

1.1.8.3. Análisis bacteriológico de aguas

Generalidades:

Existe un grupo de enfermedades conocidas como enfermedades hídricas, pues su vía de transmisión se debe a la ingestión de agua contaminada. Es entonces conveniente determinar la potabilidad desde el punto de vista bacteriológico ⁱ.

Buscar gérmenes como Salmonella, Shigella, trae inconvenientes, pues normalmente aparecen en escasa cantidad. Por otra parte su supervivencia en este medio desfavorable y la carencia de métodos sencillos y rápidos, llevan a que su investigación no sea satisfactoria, máxime cuando se hallen en número reducido ⁱ.

En vista de estos inconvenientes se ha buscado un método más seguro para establecer la calidad higiénica de las aguas, método que se basa en la investigación de bacterias coliformes como indicadores de contaminación fecal ⁱ.

El agua que contenga bacterias de ese grupo se considera potencialmente peligrosa, pues en cualquier momento puede llegar a vehicular bacterias patógenas, provenientes de portadores sanos, individuos enfermos o animales ⁱ.

Tabla N° 3. Principales enfermedades de origen hídrico y sus agentes responsables.

Enfermedad	Agente
Origen bacteriano	
Fiebres tifoideas y paratifoideas	<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella</i> <i>Paratyphi A y B</i>
Disentería bacilar	<i>Shigella</i>
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>
Gastroenteritis agudas y diarreas	<i>Escherichia coli</i> ET <i>Campylobacter jejuni</i> <i>Campylobacter coli</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Salmonella</i> sp <i>Shigella</i> sp
Origen viral	
Hepatitis A y E	Virus de la hepatitis A y E
Poliomielitis	Virus de la polio
Gastroenteritis agudas y diarreas	Virus Nortwalk Rotavirus Astrovirus Calicivirus Enterovirus Adenovirus Reovirus
Origen parasitario	
Disentería amebiana	<i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardia lamblia</i> <i>Cristosporidium</i>

FUENTE: <http://www.vet.unicen.edu.ar/prodyserv/labaacui.htm>

- **Toma de muestra:**

La muestra para análisis bacteriológico debe efectuarse con el mayor cuidado ⁱ.

- **Envase:**

Se deben utilizar frascos esterilizados y con envoltura externa. La capacidad debe ser de 200 a 250 cc ⁱ.

- **Envío de muestras:**

Debe transcurrir el menor tiempo entre la extracción y la llegada al laboratorio, y que durante ese tiempo se mantenga entre 4 y 10 °C de lo contrario se producen modificaciones cuali - cuantitativas de la flora bacteriana ⁱ.

- **Toma de muestra de un grifo en una cañería de agua corriente:**

1. Se elige un grifo que esté conectado directamente con una cañería de distribución, es decir, que el ramal del grifo no este comunicado con tanques domiciliarios, filtros, ablandadores u otros artefactos similares. Tampoco conviene extraer muestras de grifos colocados en puntos muertos de la cañería.
2. Estas precauciones no se tienen en cuenta cuando se desea conocer la calidad del agua que suministra un determinado grifo, en lugar de la que conduce la cañería principal.
3. Se quitan del grifo los dispositivos destinados a evitar salpicado. Luego se limpia la boca del grifo, cuidando de eliminar la suciedad que a veces se acumula en la parte interna del orificio. Después se deja salir agua en forma abundante durante 2 o 3 minutos y se cierra perfectamente el grifo para esterilizarlo.
4. Se esteriliza el grifo calentándolo durante un par de minutos con un hisopo embebido en alcohol.
5. Se abre con cuidado y se deja salir agua durante medio minuto en forma tal que el chorro no sea intenso y se llene el envase.

1.1.9. Índice de Calidad del Agua

Los pioneros en generar una metodología unificada para el cálculo del índice de calidad (ICA) I, índices de contaminación (ICO) fueron Horton (1965) y Liebman (1969). Sin embargo, éstos solo fueron utilizados y aceptados por las agencias de monitoreo de calidad del agua en los años setenta cuando los ICA tomaron más importancia en la evaluación del recurso hídrico ^a.

El índice general de calidad del agua fue desarrollado por Brown et al. (1970) y mejorado por Deininger para la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos en 1975 (NAS, 1975). Con estos estudios, el Departamento Escocés para el Desarrollo (SSD), en colaboración con instituciones regionales para la preservación del agua, llevaron a cabo extensas investigaciones para evaluar la calidad del recurso en ríos de Escocia ^a.

En 1970 los trabajos se basaron en la metodología Delphi, como el “The National Sanitation Foundation” (NSF), realizando el índice de calidad de agua (WQI), que en español es conocido como ICA, con base en nueve parámetros: DBO5, OD, coliformes fecales, NO₃ -N, pH, cambio de temperatura, Sólidos Disueltos Totales, fósforo total y turbiedad (NSF, 2006). Este índice es en la actualidad uno de los más utilizados por agencias e instituciones en los Estados Unidos ^a.

Para desarrollar el “ICA”, La NSF seleccionaron 142 personas quienes representaron un amplio rango a nivel local, estatal y nacional en los Estados Unidos. El proceso para el desarrollo del Índice de Calidad del agua se llevó a cabo en las siguientes etapas:

- a. La identificación de factores claves (parámetros biológicos, químicos o físicos) que pueden utilizarse como indicadores de la calidad del agua, basados en el criterio profesional colectivo de personas con conocimientos relativos al medio acuático o al foco de contaminación. Mediante una serie de cuestionarios, a cada panelista se le preguntó que considerara 35 parámetros de calidad de agua para una posible

inclusión en dicho índice. Este número se redujo finalmente a 9 parámetros, los cuales fueron mencionados anteriormente.

b. Asignación de los Pesos Relativos o Peso de importancia del Parámetro (w_i) correspondientes a los factores de contaminación en aguas. En esta fase se corre el riesgo de introducir cierto grado de subjetividad en la evaluación, pero por otro lado sugiere que es importante una asignación racional y unificada de dichos pesos de acuerdo al uso del agua y de la importancia de los parámetros en relación al riesgo que implique el aumento o disminución de su concentración. En el caso de asignaciones de Pesos Relativos se identifican cuatro fases:

- El panel de expertos procede a la generación de las ideas que determinan los Pesos Relativos, escribiéndolas en un papel.
- Recolección de las ideas generadas por los participantes en un gráfico, mediante una discusión en serie.

La adaptación de un Índice de Calidad de Agua (ICA) a las condiciones particulares de un cuerpo de agua permite conocer de una forma más acertada su calidad ^b.

Además de analizar la calidad del agua, es necesario conocer el grado de contaminación que posee un determinado curso de agua ya que resulta complejo al final de una campaña de monitoreo ⁹.

Las determinaciones analíticas en las visitas de campo y de laboratorio llevadas a cabo, se utilizan para caracterizar espacial y temporalmente un río, este tipo de análisis se complica por las razones siguientes:

- De los resultados podría deducir que algunas características son relativamente peores que otras, pero que al final no suele existir una total concordancia entre las

apreciaciones efectuadas por los especialistas, indicado por los datos de largas series de parámetros ⁹.

- La relevancia e interpretación de los datos resultan difíciles de evaluar para los responsables del manejo de la cuenca, los que a su vez son los que implementan las políticas de saneamiento de los recursos hídricos investigados ⁹.

Después de haber analizado los trabajos y documentos en materia de índices de calidad de agua se obtiene una propuesta para hacer frente a estos problemas la cual es: El uso de una escala simple, relacionada con el grado de contaminación, éste valor es denominado “Índice de Calidad de Agua (ICA)” engloba las características más importantes, resumiendo el valor de los parámetros respectivos y puede ser usado para definir mejor y cuantitativamente el difuso estado que indica el término contaminación ⁹.

1.2. MARCO CONCEPTUAL

Aspecto del agua. Parámetro de calidad visual de las aguas. Puede utilizarse la siguiente clasificación. 1.-aguas claras sin aparente contaminación; 2.- aguas débilmente coloreadas, con espuma y ligera turbiedad; 3.-aguas con apariencia de contaminación y color; y 4.- aguas negras, con fermentaciones y olores.

Balance Hídrico. Procedimiento por el cual se calcula la cantidad de agua disponible en un sistema o zona determinada, deducida el agua utilizada o perdida por diversas causas, del agua que ha ingresado por precipitación o por otro medio.

Bioma. Grandes comunidades bióticas que presentan asociaciones vegetales y animales similares.

Biomasa. Se dice de las sustancias orgánicas o depositadas por los organismos.

Cauce. Canal por el que circula el agua de una corriente. En el cauce de un río se distinguen el fondo y las paredes. En las avenidas, el agua puede rebasar el cauce y ocupar el lecho de inundación.

Cloración del agua. Adición de cloro al agua, en forma elemental o en forma de compuestos como los hipocloritos. Por su intensa acción oxidante y elevada toxicidad, la adición de cloro se utiliza fundamentalmente para matar gérmenes (desinfección del agua).

Coliformes. Grupo de bacterias aerobias y facultativamente anaerobias, Gram-negativas, no esporulantes, fermentadoras de lactosa y habitantes típicos del intestino grueso humano y animal. Muchas de ellas no son capaces de reproducirse fuera del intestino, por lo que sirven de indicadores de la contaminación por aguas fecales. Algunos organismos coliformes son patógenos.

Coliformes totales. Son microorganismos indicadores de contaminación.

Coliformes fecales. Son microorganismos con una estructura parecida a una bacteria conocida como E. coli y se transmite por medio de excrementos.

Conservación de la Biodiversidad. Es la gestión de las interrelaciones humanas con los genes, las especies y los ecosistemas, a fin de producir los mayores beneficios para la generación actual y a la vez mantener sus posibilidades de satisfacer las necesidades y aspiraciones de las futuras generaciones; sus elementos consisten en salvar, estudiar y utilizar la biodiversidad.

Diagnóstico ambiental: Descripción de una situación ambiental, sobre la base de la utilización integrada de indicadores con origen en las ciencias naturales, exactas y sociales.

Depuración natural del agua. Las masas de agua pueden autodepurarse dentro de ciertos límites, por medio de procesos físicos, químicos y biológicos. Los contaminantes orgánicos son degradados por la acción microbiana, lo que va asociado a un aumento del consumo de oxígeno, por lo que los niveles de oxígeno disuelto en el agua disminuyen como resultado de la contaminación orgánica.

Desinfección de las aguas. Eliminación de microorganismos, generalmente por adición de cloro en procesos de potabilización.

Endemismo. Taxon (generalmente especies pero también géneros o subespecies) endémico. Una especie endémica es aquella que sólo existe en una zona geográfica determinada, de extensión variable, pero generalmente restringida en relación con el patrón geográfico de taxones con los que se compare.

Eutrofización. Proceso natural en ecosistemas acuáticos, especialmente en lagos, caracterizado por un aumento en la concentración de nutrientes como nitratos y fosfatos, con los consiguientes cambios en la composición de la comunidad de seres vivos. La aguas eutróficas en contraste con las oligotróficas son más productivas. Sin embargo, más allá de ciertos límites, el proceso reviste características negativas al aparecer grandes cantidades de materia orgánica cuya descomposición microbiana ocasiona un descenso en los niveles de oxígeno. La eutrofización se produce en muchas masas de agua como resultado de los vertidos agrícolas, urbanos e industriales.

In Situ: En latín en el lugar. Dícese de las acciones que se llevan adelante en el lugar de interés.

Manejo de Cuencas. Utilización, aprovechamiento beneficioso, regulación y control tecnológico de los recursos naturales de una cuenca hidrográfica para garantizar su desarrollo y uso sustentable.

NMP. Número más probable.

Preservación. Mantenimiento en su estado original de un recurso natural, una estructura o situación que ha sido heredada del pasado, sin cambios en su existencia.
*El mantenimiento del ambiente sin uso extractivo ni consultivo o con utilización recreativa, científica restringida.

Páramo. El páramo es un ecosistema estratégico de alta montaña, ubicado en la región trópic de América. Se caracteriza por tener un alto nivel de endemismo y de especies propias. Es una verdadera fábrica de agua en estado líquido y juega un papel primordial en la regulación hídrica. Adicionalmente, se constituye como sumidero de carbono, mejorando la calidad del aire.

Programa de Manejo Ambiental. Documento en el que se señalan cuáles son las medidas que se han previsto con el objeto de minimizar los impactos adversos sobre el medio ambiente y para incrementar los beneficios ambientales de un proyecto.

UFC. Unidad formadora de colonias.

1.3. MARCO LEGAL

1.3.1. Constitución de la República del Ecuador

En el capítulo segundo de la Constitución de la República del Ecuador habla sobre la Biodiversidad y Recursos naturales, el mismo que contiene en su sección primera que trata sobre “Naturaleza y ambiente” en su Art. 395 la Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y

la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

En el Capítulo sexto, Derechos de libertad, Artículo 66: Se reconoce y garantizará a las personas: 27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

Del capítulo séptimo, Derechos de la naturaleza, Artículo 71: La naturaleza o pacha mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza.

Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promuevan el respeto a todos los elementos que conforman el ecosistema. Artículo 72: La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tiene el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Artículo 73: El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional. Artículo 74: Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el estado.

1.3.2 Ley de Gestión Ambiental

Ley de Gestión Ambiental (MA), Registro Oficial No 245, 30 de Julio de 1999.

Art. 1.- Establece los principios y directrices de la política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y

privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

Art. 4.- Los Reglamentos, instructivos, regulaciones y ordenanzas que, dentro del ámbito de su competencia, expidan las instituciones del estado en materia ambiental, deberán observar las siguientes etapas, según corresponda, desarrollo de estudios técnicos sectoriales, económicos de relaciones comunitarias, de capacidad institucional y consultas a organismos competentes e información a los sectores ciudadanos.

Art. 10.- Las instituciones del Estado con competencia ambiental forman parte del Sistema Nacional de Descentralización de Gestión Ambiental y se someterán obligatoriamente a las directrices establecidas por el Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable.

Art. 12.- Son obligaciones de las instituciones del Estado del Sistema descentralizado de Gestión Ambiental en el ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia, las siguientes:

f) Promover la participación de la comunidad en la formulación de políticas para la protección del medio ambiente y manejo racional de los recursos naturales y,

g) Garantizar el acceso de las personas naturales y jurídicas a la información previa a la toma de decisiones de la administración pública, relacionada con la protección del medio ambiente.

Art.20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo.

Art. 21.- Los Sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de

riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono.

Art. 28.- Toda persona natural o jurídica tiene derecho a participar en la gestión ambiental a través de los mecanismos que para el efecto establezcan el Reglamento entre los cuales se incluirán consultas, audiencias públicas, iniciativas, propuestas o cualquier forma de asociación entre el sector público y el privado. El incumplimiento del proceso de consulta al que se refiere el Art. 88 de la Constitución de la República del Ecuador tornará inejecutable la actividad que se trate.

Art. 41.- Con el fin de proteger los derechos ambientales individuales o colectivos, se concede acción pública a las personas naturales, jurídicas o grupo humano para denunciar la violación de las normas de medio ambiente, sin perjuicios de la acción de amparo constitucional previsto en la Constitución de la República del Ecuador.

Art. 43.- Las personas naturales y jurídicas o grupos humanos, vinculados por unos intereses comunes y afectados directamente por la acción podrán interponer ante el juez competente, acciones por daños y perjuicios y por el deterioro causado a la salud o al medio ambiente.

1.3.3. Ley Forestal de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre

Esta Ley fue promulgada en agosto de 1981, y está orientada a garantizar un uso racional de recursos forestales y su reposición. En el primer título de esta ley, legisla respecto a un buen manejo y control del denominado “Patrimonio Forestal del Estado” que comprende: tierras forestales, bosques naturales o cultivados por el estado y Flora y Fauna Silvestres. A partir de 1990 se incluyó a los manglares como parte de este Patrimonio.

El segundo título legisla respecto de las Áreas Naturales, definidas como aquellas que tienen una importancia en cuanto a su valor: escénico, protector, turístico, educativo,

florístico y faunístico y ambiental. Clasifica a las Áreas Naturales en Parques Nacionales, Reservas Ecológicas, Refugios de Vida Silvestre, Reservas Biológicas, Áreas Nacionales de Recreación, Reservas de Producción Faunística, Áreas de Caza y Pesca.

1.3.4. Ley de Conservación de la Biodiversidad

Promulgada en 1997, está orientada a regular el manejo de la biodiversidad. La aprobación de esta ley está articulada a la ratificación del **Convenio de Diversidad Biológica**, el mismo que fue producto de la Cumbre Mundial del Medio Ambiente de Río de Janeiro en 1992, e implica un compromiso de nuestro país para asumir políticas de manejo de los recursos y de desarrollo de una institucionalidad pública y privada orientada hacia la conservación de recursos biogenéticos.

1.3.5. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Decreto Ejecutivo 3399, publicado en el R. O. No. 725, del 13 de diciembre del 2002. El propósito del Texto Unificado es contribuir a la seguridad jurídica del país en la medida en que tanto el sector público como los administrados sabrán con exactitud la normativa vigente en materia ambiental.

Libro VI: De la Calidad Ambiental

Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y

Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- a. Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- b. Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- c. Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

TABLA N° 4. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoniaco	N-amoniacal	mg/l	1,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,01
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Color	color real	Unidades de color	20
Coliformes Totales	nmp/100 ml	50*	
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como	mg/l	0,002

	fenol		
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500
Estaño	Sn	mg/l	2,0
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Hierro (total)	Fe	mg/l	0,3
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia Flotante		Ausencia	
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor		Ausencia	
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de Hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	250
Sólidos disueltos totales	mg/l		500
Temperatura	°C		Condición Natural +/- 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas	mg/l	0,5

	al azul de metileno		
Turbiedad	UTN		10
Uranio Total	mg/l		0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Zinc	Zn	mg/l	5,0
Hidrocarburos Aromáticos			
Benceno	C ₆ H ₆	mg/l	0,01
Benzo-a- pireno	mg/l		0,00001
Pesticidas y Herbicidas			
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados y carbamatos	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Toxafeno	µg/l		0,01
Compuestos Halogenados			
Tetracloruro de carbono	mg/l		0,003
Dicloroetano (1,2-)	mg/l		0,01
Tricloroetano (1,1,1-)	mg/l		0,3

Nota:

*Cuando se observe que más del 40% de las bacterias coliformes representadas por el Índice NMP, pertenecen al grupo coliforme fecal, se aplicará tratamiento convencional al agua a emplearse para el consumo humano y doméstico.

Fuente: TULSMA

1.3.6. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006

3.5.2.4. *REQUISITOS*

Requisitos específicos

El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación

Tabla N° 5. Agua Potable.

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permisible
Color	Unidades de color verdadero	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
pH	---	6,5 – 8,5
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000
INORGÁNICOS		
Aluminio, Al	mg/l	0,25
Amonio, (N-NH ₃)	mg/l	1,0
Antimonio, Sb	mg/l	0,005
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,3
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN	mg/l	0,0
Cloro libre residual*	mg/l	0,3-1,5
Cloruros, Cl	mg/l	250
Cobalto, Co	mg/l	0,2
Cobre, Cu	mg/l	1,0
Cromo, Cr (cromo hexavalente)	mg/l	0,05
Dureza total, CaCo ₃	mg/l	300
Estaño, Sn	mg/l	0,1
Flúor, F	mg/l	1,5

Fósforo, (P-PO ₄)	mg/l	0,1
Hierro, Fe	mg/l	0,3
Litio, Li	mg/l	0,2
Manganeso, Mn	mg/l	0,1
Mercurio, Hg	mg/l	0,0
Níquel, Ni	mg/l	0,02
Nitratos, N-NO ₃	mg/l	10
Nitritos, N-NO ₂	mg/l	0,0
Plata, Ag	mg/l	0,05
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Potasio, K	mg/l	20
Selenio, Se	mg/l	0,01
Sodio, Na	mg/l	200
Sulfatos, SO ₄	mg/l	200
Vanadio, V	mg/l	0,1
Zinc, Zn	mg/l	3
RADIATIVOS		
Radiación total α^{**}	Bq/l	0,1
Radiación total β^{***}	Bq/l	1,0

Fuente: Norma Técnica INEN

*cuando se utiliza cloro como desinfectante y luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos

**corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos. ²¹⁰Po, ²²⁴Ra, ²²⁶Ra, ²³²Th, ²³⁴U, ²³⁸U, ²³⁹Pu.

***corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos. ⁶⁰Co, ⁸⁹Sr, ⁹⁰Sr, ¹²⁹I, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ²²⁸Ra.

Tabla N° 6. Sustancias Orgánicas.

Parámetro	Límite máximo ug
Alcanos Clorinados	
- Tetracloruro de carbono	2
- diclorometano	20
- 1,2 dicloroetano	30
- 1,1,1- tricloroetano	2000
Etanos Clorinados	
- Cloruro de vinilo	5
- 1,1 dicloroetano	30
- 1,2 dicloroetano	50
- tricloroetano	70
- tetracloroetano	40
Hidrocarburos Aromáticos	
- benceno	10
- tolueno	170
- xileno	500
- etilbenceno	200
- estireno	20
Hidrocarburos totales de petróleo (HTP)	0,3
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	
- benzo [a]pireno	0,01
- benzo [a]fluoranteno	0,03
- benzo [k]fluoranteno	0,03
- benzo [ghi]pirileno	0,03
- indeno [1,2,3-cd] pireno	0,03
Bencenos clorinados	
- monoclorobenceno	300
- 1,2 diclorobenceno	1000
- 1,4 diclorobenceno	300
- Triclorobencenos (total)	20
di (2-etilhexil) adipato	80

di (2-etilhexil) ftalato	8
acrylamida	0,5
epiclorohidrin	0,4
hexaclorobutadieno	0,6
Ácido etilendiaminatetracético EDTA	200
ácido nitrotriacético	200
oxido tributiltin	2

Fuente: Norma Técnica INEN

Tabla N° 7. Pesticidas.

	Límite máximo ug/l
Isoproturon	9
Lindano	2
Ácido 4-cloro-2 metilfenoxiacético MPCA	2
Metoxycloro	10
Molinato	6
Pendimetalin	20
Pentaclorofenol	9
Permetrin	20
Propanil	20
Piridato	100
Simazina	2
Trifluralin	20
Herbicidas Clorofenoxi, diferentes a 2,4D y MPCA 2,4-DB	90
Dicloroprop	100
Fenoprop	9
Ácido 4-cloro -2metilfenoxibutírico MCPB	2
Mecoprop	10
2,4,5 -T	9

Fuente. Norma Técnica INEN

Tabla N° 8. Residuos de desinfectantes

	Límite máximo ug/l
Monocloramina, di- y tricloramina	3
Cloro	5

Fuente. Norma Técnica INEN

Tabla N° 9. Subproductos de desinfección

	Límite máximo ug/l
Bromato	25
Clorito	200
Clorofenoles	
- 2,4,6-triclorofenol	200
Formaldeído	900
Trihalometanos	
- bromoformo	100
- diclorometano	100
- bromodiclorometano	60
- cloroformo	200
Ácidos acéticos clorinados	
- ácido dicloroacético	50
- ácido tricloroacético	100
Hidrato clorado	
- tricloroaceltadeído	10
Acetonitrilos halogenados	
- dicloroacetonitrilo	90
- dibromoacetonitrilo	100
- tricloroacetonitrilo	1
Cianógeno clorado	70

Fuente: Norma Técnica INEN

El agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos Microbiológicos:

Tabla N° 10. Requisitos Microbiológicos

	Máximo
Coliformes totales (1) NMP/100ml	< 2*
Coliformes fecales NMP/100ml	< 2*
Criptosporidium, número de quistes/ 100 litros	ausencia
Giardia Lambia, número de quistes/100 litros	ausencia

*< 2 significa que en el ensayo del NMP utilizando una serie de 5 tubos por dilución, ninguno es positivo

(1) en el caso de los grandes sistemas de abastecimiento, cuando se examinen suficientes muestras, deberá dar ausencia en el 95% de las muestras, tomadas durante cualquier período de 12 meses.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

El presente trabajo de investigación, fue desarrollado en su mayoría en campo, en la determinación de la calidad del agua en cuatro fuentes de agua, mediante muestreos en los puntos estratégicos para los análisis físicos, químicos y bacteriológicos. Los análisis ex situ fueron desarrollados en un laboratorio.

Para el tema de calidad la determinación de los parámetros escogidos para la investigación fueron tanto in-situ como Ex Situ.

Parámetros como el pH, CE, T°; son parámetros que con el equipo adecuado pueden ser determinados sin ningún problema in-situ, pero parámetros como DBO5, DQO, OD, fosfatos, nitratos, Coliformes totales, coliformes fecales, alcalinidad, dureza total, hierro que fueron escogidos para realizar la investigación han sido determinados en un laboratorio adecuado para garantizar que el valor emitido sea lo suficientemente confiable para aplicar al ICA escogido.

2.1 MÉTODOS Y TÉCNICAS

2.1.1. Métodos Investigativos:

2.1.1.1. Método Lógico Inductivo

Este método, se aplicó mediante la observación, comparación de parámetros, donde se llegó a determinar los estudios tanto en cantidad como en calidad del agua en los cuatro puntos de investigación en la Comunidad de Apawa, Parroquia Pilaló, para de esta manera elaborar propuestas de protección de las fuentes de agua.

2.1.1.2. Método Descriptivo.

Este método, se empleó en el desarrollo del diagnóstico, la cual permitió la obtención de información tanto de fuentes primarias como secundarias en relación al tema de estudio, sus causas y efectos socio-ambientales.

2.1.1.3. Método Científico

Mediante este método se verificó, la calidad del agua de los cuatro puntos de investigación bajo sus características físico-químicas y microbiológicas, a través de la interpretación de los análisis de agua del laboratorio.

2.1.2. Técnicas

2.1.2.1. Observación

Esta técnica ha sido la primera y más importante ya que permitió recopilar información, destacar características, identificar hechos y fenómenos para concretar técnicamente la línea base de la realidad que rodea a los cuatro puntos del trabajo de investigación en la Comunidad de Apawa, en la Parroquia de Pilaló.

Este método se fortalece con el Registro fotográfico.

2.1.2.2. Análisis de Documentos

Mediante esta técnica se recopiló información en documentos escritos, tales como: textos, folletos, revistas, documentales, archivos, informes, periódicos, documentos de investigaciones anteriores, etc.

2.1.2.3. Investigativo

Para poder formular los lineamientos técnicos en los análisis del agua, se basa en los parámetros permisibles en las leyes vigentes de nuestro país; para ello hay que indagar las leyes como el TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente) y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006.

2.1.3. Métodos para Toma de Datos

Previo al estudio y toma de muestras, se realizó una salida de verificación de los puntos a muestrear el jueves 16 de junio del año 2011, en compañía de la compañera Victoria Guamán, de la Comunidad de Apawa.

2.1.4. Selección de Sitios de Muestreo.

Los puntos de muestreo se determinaron siguiendo los siguientes lineamientos:

- Predefinición de puntos de muestreo: mediante encuentros con los dirigentes de la Comunidad de Apawa, de forma directa con el Sr. Juan Chaluisa Presidente de la Organización de Segundo Grado Pallamukuy, se pre definió los sitios de muestreo, tomando en cuenta el acompañamiento en campo hacia las respectivas captaciones en la zona alta.
- Representatividad: las variables en la muestra deben ser de igual valor que las del cuerpo de agua en el lugar y momento del muestreo.

- Acceso a los sitios de muestreo: este factor fue tomado en cuenta debido a la distancia, a los posibles caminos de acceso, ya que la zona alta es totalmente páramo.
- Seguridad: la toma de muestras se realizó, tomando en cuenta los factores de riesgo y el debido acompañamiento de comuneros de la zona.

2.1.5. Toma de Muestras

2.1.5.1. Tipo de Muestra

Muestra simple o puntual: Una muestra representa la composición del cuerpo de agua original para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en las que se realizó su captación ^k. Cuando la composición de una fuente es relativamente constante a través de un tiempo prolongado o a lo largo de distancias sustanciales en todas las direcciones, puede decirse que la muestra representa un intervalo de tiempo o un volumen más extensos, en tales circunstancias, un cuerpo de agua puede estar adecuadamente representado por muestras simples, como en el caso de algunas aguas de suministro, aguas superficiales, pocas veces, efluentes residuales ^k.

Control y Vigilancia del Muestreo, preservación y análisis: El proceso de control y vigilancia del muestreo, preservación y análisis (*chain-of custody procedure*) es esencial para asegurar la integridad de la muestra desde su recolección hasta el reporte de los resultados; incluye la actividad de seguir o monitorear las condiciones de toma de muestra, preservación, codificación, transporte y su posterior análisis ^k. Este proceso es básico e importante para demostrar el control y confiabilidad de la muestra no sólo cuando hay un litigio involucrado, sino también para el control de rutina de las muestras. Se considera que una muestra está bajo la custodia de una persona si está bajo su posesión física individual, a su vista, y en un sitio seguro ^k.

Los siguientes procedimientos resumen los principales aspectos del control y vigilancia de las muestras:

1. Etiquetas. Para prevenir confusiones en la identificación de las muestras, se procedió a pegar al frasco de muestra, antes o en el momento del muestreo, papel engomado o etiquetas adhesivas en las que se anote, con tinta a prueba de agua, por lo menos la siguiente información: número de muestra, nombre del recolector, fecha, hora y lugar de recolección, y preservación realizada.
2. Sellos. Para evitar o detectar adulteraciones de las muestras, sellar los recipientes con papel autoadhesivo, en los que se incluya por lo menos la siguiente información: número de muestra (idéntico al número en la etiqueta), nombre del recolector, fecha y hora de muestreo; también son útiles los sellos de plástico encogible. Adherir el sello de tal manera que sea necesario romperlo para abrir el recipiente de la muestra, después de que el personal muestreador ceda la custodia o vigilancia.
3. Libro de campo. Se registró toda la información pertinente a observaciones de campo o del muestreo en un libro apropiado, en el que se incluyó como mínimo lo siguiente: propósito del muestreo; localización del sitio de muestreo, o del punto de muestreo, fecha y hora de recolección; número(s) de identificación del (los) recolector(es) de la muestra; distribución y método de transporte de la muestra; referencias tales como mapas o fotografías del sitio de muestreo; observaciones y mediciones de campo; y firmas del personal responsable de las observaciones. Guardar el libro en un sitio seguro.
4. Registro del control y vigilancia de la muestra. Se diligenció el formato de control y vigilancia de cada una de las muestras o grupo de muestras, las cuales estaban acompañadas de este formato; en él se incluyó la siguiente información: número(s) de la(s) muestra(s); firma del recolector responsable; fecha, hora y sitio de

muestreo; tipo de muestra; firmas del personal participante en el proceso de control, vigilancia y posesión de las muestras y las fechas correspondientes.

5. Formato de solicitud de análisis. Las muestras llegaron al laboratorio acompañadas de una solicitud de análisis. La parte del formato correspondiente al laboratorio la completó el personal del laboratorio, donde se incluyó: nombre de la persona que recibe la muestra, número de muestra en el laboratorio, fecha de recepción, y las determinaciones a ser realizadas.
6. Entrega de la muestra en el laboratorio. Las muestras fueron entregadas en el laboratorio después del muestreo, se planificó previamente el procedimiento para asegurar su entrega oportuna en el laboratorio. Se entregó la muestra a la oficina de recepción en el laboratorio; el recepcionista a su vez firmó el formato de vigilancia y control, incluyendo la fecha y hora de entrega.
7. Recepción y registro de la muestra. En el laboratorio, el recepcionista inspeccionó la condición y el sello de la muestra, comparó la información de la etiqueta y el sello con el registro o formato del proceso de control y vigilancia, los registró en el libro del laboratorio, y guardó las muestras en el cuarto o cabina de almacenamiento hasta que sea asignada a un analista.

2.1.6. Método de Muestreo

2.1.6.1. Muestreo Manual: El muestreo manual requirió de un mínimo de equipo, donde los materiales utilizados para el muestreo no fueron de alto costo.

2.1.6.2. Recipientes para las Muestras

Los recipientes utilizados para el muestreo de parámetros físico- químicos, fueron botellas de plástico de 500 ml.

Los frascos utilizados para exámenes microbiológicos, fueron esterilizados. La capacidad debe ser de 200 a 250 cc.

2.1.7. Puntos de Muestreo y Sección de Estudio

A continuación se detallan las características de los sitios donde fueron recolectadas las muestras, su ubicación geográfica que se indican en la *Tabla 11* y *12* y en el mapa del *Anexo 1*.

Tabla N° 11. Ubicación de las cuatro vertientes en estudio, en la Comunidad Apawa, Parroquia Pilaló, Cantón Pujilí, Provincia Cotopaxi.

Nombre de la Captación	Coordenadas WGS 84			Agua de consumo humano	Características del lugar
	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)		
Cruz Cucho	9888089	0730831	4180	Si	Pajonal, presencia de chaparros.
Mula Rumicuchi	9888622	0730759	4135	Si	Pajonal, presencia de chaparros.
Casca	9889376	0730901	4132	Si	Pajonal de hasta 1 metro de altura. Presencia de rocas.
Quinsacocha	9889650	0730945	4121	Si	Existen la presencia de plantas de pino, cerca del tanque de captación

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Tabla N° 12. Ubicación de los dos puntos en estudio (tanque y domicilio), en la Comunidad Apawa, Parroquia Pilaló, Cantón Pujilí, Provincia Cotopaxi.

Coordenadas WGS 84				Agua de consumo humano	Características del lugar
Nombre del sitio	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)		
Tanque de agua	9892582	0730691	3852	Si	Tanque del Sistema de Agua, antes de la cloración y de la distribución
Domicilio del Señor Pedro Quishpe	9892761	0730352	3871	Si	Domicilio del Señor Pedro Quishpe

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

2.1.8. Medición de Caudales de las cuatro vertientes de Agua

Metodología utilizada para la medición de los caudales.

Según Oscar Rojas ¹⁵ (Rojas Oscar, Manual Básico para medir caudales, Quito,2006), para determinar la cantidad de agua, al igual que en la calidad existen numerosas metodologías, para este caso se definió aplicar el método volumétrico, que consiste en colocar un balde graduado en el lugar de salida del agua y con ayuda de un cronómetro tomar el tiempo que se demora en llenar dicho recipiente, cabe resaltar que para una mayor precisión de los resultados obtenidos se recomienda realizar la medición por lo menos 3 veces. Finalmente con los datos obtenidos se aplica una fórmula para determinar el caudal correspondiente;

$$Q= V/t$$

Donde:

Q= Caudal

V=Capacidad del recipiente (litros)

T=tiempo (segundos)

Tabla N° 13. Medición de los caudales de las cuatro vertientes.

Nombre de la Vertiente	Lt/seg. 14-12- 2011	Lt/seg. 05-01- 2012	Lt/seg. 17-02- 2012	Lt/seg. 06-03- 2012	Sumatori a total	Promedio del caudal
Cruz cucho	0,52	0,50	0,45	0,30	1,77	0,44
Mula rumi	0,65	0,60	0,55	0,50	2,3	0,57
Casca	0,50	0,55	0,56	0,42	2,03	0,50
Quinsacocha	0,24	0,22	0,24	0,01	0,71	0,17
<i>Promedio total de los afloramientos: 1,68 lt/seg.</i>						

Elaborado por: (Amores Gabriela, 2012)

Tabla N° 14. Resultados de cantidad de agua en las cuatro vertientes de estudio.

Nombre de la Captación	Coordenadas WGS 84			Promedio Caudal Medido (lts/sg)	Observaciones
	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)		
Cruz Cucho	9888089	0730831	4180	0,44	Pajonal, presencia de chaparros.
Mula Rumicuchi	9888622	0730759	4135	0,57	Pajonal, presencia de chaparros.
Casca	9889376	0730901	4132	0,50	Pajonal de hasta 1 metro de altura. Presencia de rocas.
Quinsacocha	9889650	0730945	4121	0,17	Existen la presencia de plantas de pino, cerca del tanque de captación

Elaborado por: (Amores Gabriela, 2012)

2.2. RESULTADOS

2.2.1. Análisis del Agua In Situ

Para realizar esta clase de análisis se procedió hacer tomas del agua en cada captación, de la zona alta, y también del tanque de reserva del sistema de agua y en un domicilio específicamente en la primera llave del sistema de agua.

Las pruebas son físicas y se las realiza con un instrumento portátil, provisto por parte del Laboratorio de Aguas, WASCORP S.A (Water Service Corporation S.A).

Los parámetros que se analizaron son los descritos a continuación en las tablas 15 (vertientes) y tabla 16 (tanque y domiciliaria), donde además se contemplan los límites máximos permisibles dentro de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006 y dentro del TULSMA, Anexo 1, Tabla 2.

TABLA N° 15. Resultados In Situ del agua de consumo humano de las cuatro vertientes.

	Cruz cucho	Mula Rumicuchi	Casca	Quinsacocha	Norma INEN	TULSMA
pH	7,47	7,59	7,6	7,6	6,5 - 8,5	6 - 9
Temperatura Aire	7,6	7,6	7,6	7,6	**	
Temperatura Agua	6	6,6	6,6	7,4	**	Condición natural +/- 3grados
Conductividad eléctrica	54	61	61	92	**	

**=No se encuentra especificado en la Norma 1108-Requisitos Agua Potable

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

TABLA N° 16. Resultados In Situ del agua de consumo humano, en los dos puntos (tanque y domicilio).

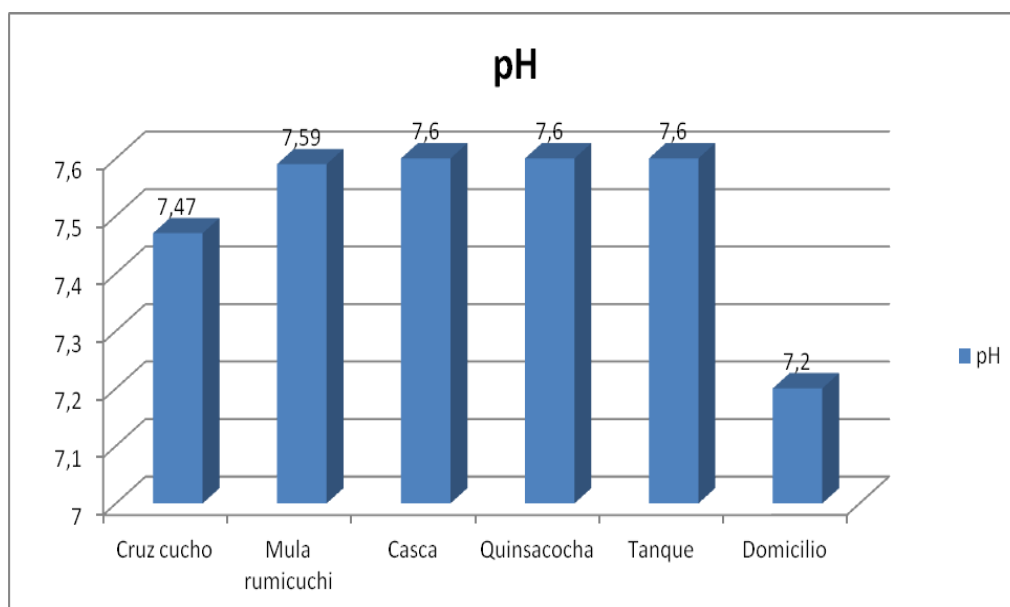
	Tanque de agua, antes de la distribución	Domicilio del Señor Pedro Quishpe	Norma INEN	TULSMA
pH	7,6	7,2	8,5	8
Temperatura Aire	7,6	7,6	**	
Temperatura Agua	7	7,2	**	Condición natural +/- 3grados
Conductividad eléctrica	59	99	**	

**=No se encuentra especificado en la Norma 1108-Requisitos Agua Potable

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Los gráficos 1,2 y 3 (vertientes, tanque y domiciliarias), nos muestran el resultado de los análisis hechos en el mismo lugar donde se toman las muestras (In Situ), representan y arrojan los mismos parámetros de las tablas 15 y 16.

Gráfico N° 1. Resultados In Situ del parámetro ph, de los seis puntos de estudio.



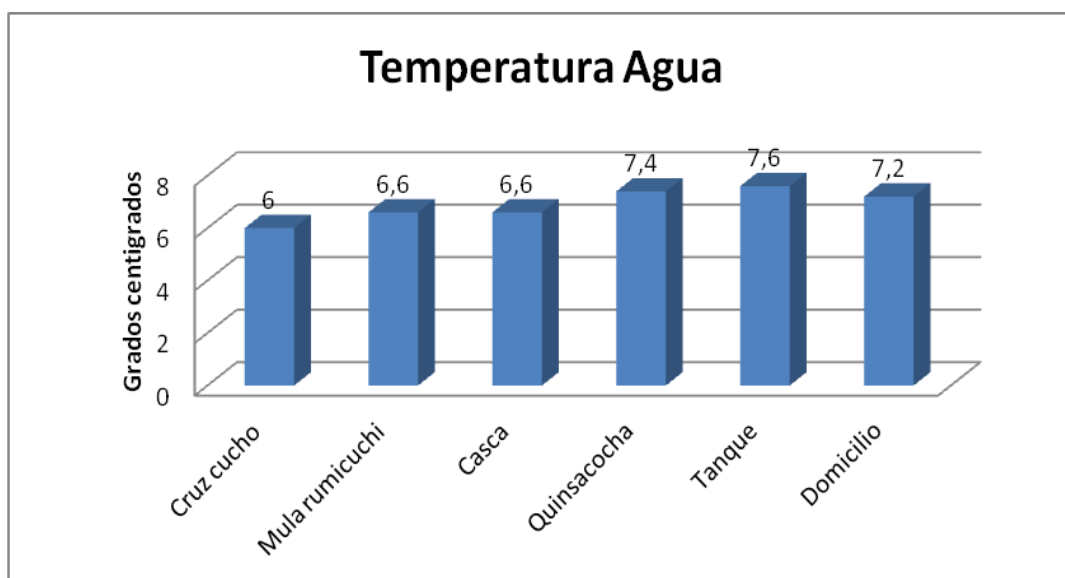
Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Interpretación: Los valores de pH obtenidos en los seis puntos de estudio oscilan entre 7,2 como mínimo a 7,6 como máximo. El valor promedio que se registra para los seis puntos de estudio es 7,51. Las características de este parámetro tienen tendencia a ser ligeramente básico.

La Legislación Ambiental Ecuatoriana dentro del TULSMA, Anexo 1, Tabla 2 propone como límite máximo permisible para agua de consumo humano un valor de 6 - 9, por lo que los valores obtenidos están cumpliendo con este parámetro.

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006 propone como límite máximo permisible para agua potable un valor de 6,5 – 8,5, por lo que de la misma manera los valores obtenidos estarían cumpliendo con este parámetro.

Gráfico N° 2. Resultados In Situ del parámetro Temperatura (°C), de los seis puntos de estudio.



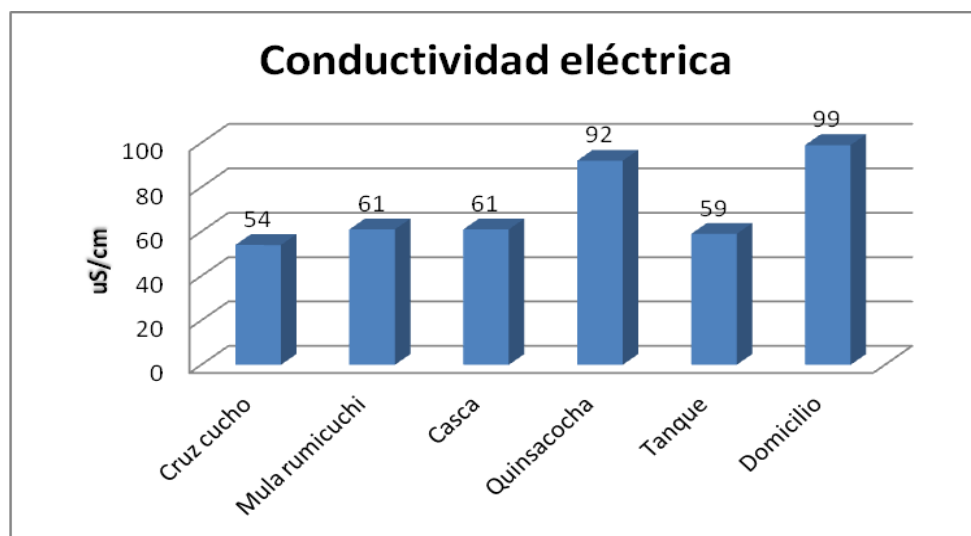
Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Interpretación: Los valores para el parámetro temperatura del agua registrados no sobrepasan el límite máximo permisible para agua de consumo humano (Condición

natural ± 3 grados), manteniendo este parámetro niveles aceptables. El valor promedio en los seis puntos de estudio es de $6,9^{\circ}\text{C}$.

Este parámetro no se encuentra especificado en la Norma 1108-Requisitos Agua Potable.

Gráfico N° 3. Resultados In Situ del parámetro Conductividad (ugs).



Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Interpretación: La Conductividad es una medida de la salinidad del agua. Indica la presencia de sales o de compuestos que dan carga al agua y que facilitan la transmisión de la corriente eléctrica en el agua. La conductividad es afectada por la presencia de sólidos inorgánicos disueltos, este parámetro es afectado por la temperatura, a mayor temperatura mayor es la conductividad, por esta razón la conductividad se reporta a 25°C de temperatura ^b.

Los valores de conductividad eléctrica medidos fueron bajos y su rango fue desde 54 a 99 uS/cm, con un promedio de 71 uS/cm. Cabe mencionar que este parámetro no se encuentra especificado en ninguna de las dos leyes antes mencionadas. Se consideró analizarlo, ya que tiene relación con dos parámetros medidos como: temperatura y sólidos disueltos.

2.2. 2. Análisis del Agua Ex Situ

Para realizar este tipo de análisis se toman muestras en los mismos lugares, se procedió con el respectivo protocolo de muestreo emitido por el Laboratorio de Aguas, WASCORP S.A (Water Service Corporation S.A).

Se recogió las muestras de agua en un envase de plástico de 500ml y se utilizó recipientes esterilizados para llevar las muestras para análisis microbiológico. Una vez recogidas las muestras se colocaron en un Cooler para mantenerlas refrigeradas. Posteriormente se trasladó al Laboratorio de Análisis de Agua WASCORP S.A.

Los parámetros que se analizaron son los descritos a continuación en las tablas 17(vertientes), tabla 18 (tanque), y tabla 19 (domiciliaria), donde además se contemplan los límites máximos permisibles dentro de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006 y dentro del TULSMA, Anexo 1, Tabla 2.

TABLA N° 17. Resultados del agua de consumo humano agua de las 4 vertientes.

ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO								
N°	Parámetro	Unidades	<i>Resultado Cruz Cucho</i>	<i>Resultado Mula Rumicuchi</i>	<i>Resultado Casca</i>	<i>Resultado Quinsacocha</i>	NORMA INEN LMP	TULS MA
1	Turbidez	NTU	0,8	0,6	0,52	0,41	5	10
2	Alcalinidad Total	mg/l como CaCO ₃	25,02	40,032	40,03	60,05	**	
3	Fosfatos (PO ₄)	mg/l	3,21	8,66	5,6	9,8	**	
4	Nitratos (NO ₃)	mg/l	1,1	1,4	2,4	1,9	10	10,0
5	Sólidos Totales Disueltos	mg/l	28	30	30	46	1000	500
6	Dureza Total	mg/l como CaCO ₃	5,00	10,01	5,00	15,01	300	500

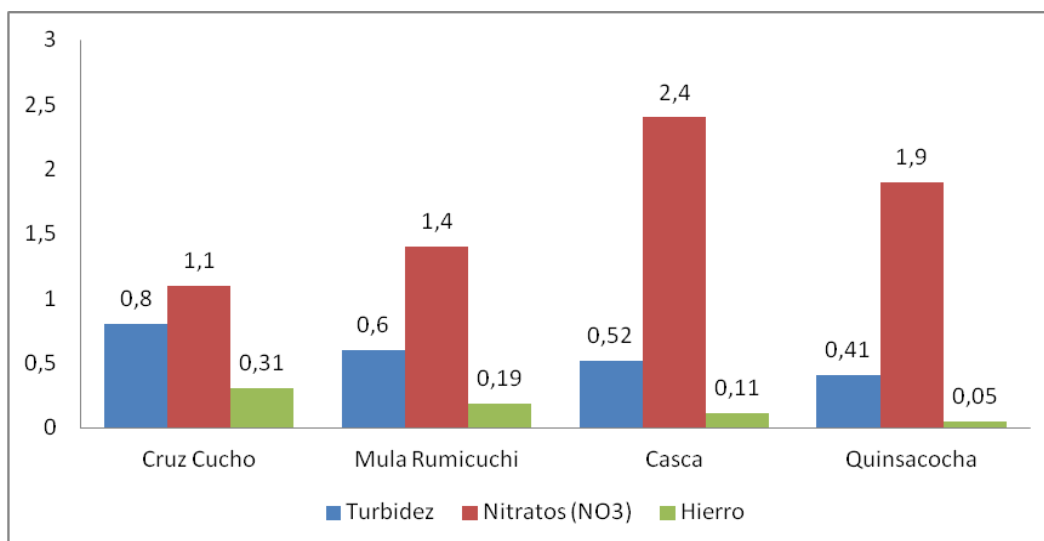
7	Hierro (Fe+++)	mg/lt	0,31	0,19	0,11	0,05	0,80	0,3
8	DQO	mg/lt	28	19	19	5	**	
9	DBO5	mg/lt	12	9	8	2	**	2
10	Oxígeno Disuelto	mg/lt	5,3	4	4,5	3,7	**	No menor al 80% de saturación, no menor 6mg/lt
11	Coliformes Totales	ufc/ml	13	10	14	5	< 2*	nmp/100 50*
12	Coliformes Fecales	ufc/ml	0	0	0	0	< 2*	

**=No se encuentra especificado en la Norma 1108-Requisitos Agua Potable

* < 2 significa que en el ensayo del NMP utilizando una serie de tubos por dilución, ninguno es positivo.

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Gráfico N° 4. Resultados Ex Situ de los parámetros: Turbidez, nitratos y hierro de las cuatro vertientes de estudio.



Elaborado por: Amores Gabriela 2012

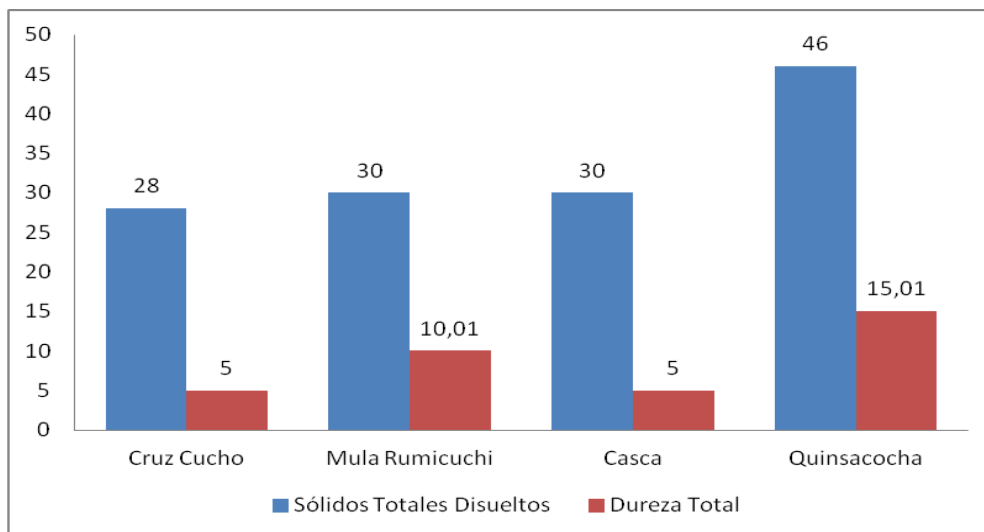
Interpretación:

Turbidez: El valor promedio de las cuatro vertientes para turbidez es de 0,58 NTU, obteniendo en el punto de muestreo llamado Quinsacocha el valor mínimo de 0,41 NTU y en el punto Cruz Cucho el valor máximo de 0,8 NTU. Estos valores obtenidos en las cuatro vertientes están dentro de los rangos permisibles para agua de consumo humano de acuerdo a la normativa ambiental ecuatoriana (10 NTU) y en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006 (5 NTU).

Nitratos: El valor promedio de las cuatro vertientes para nitratos es de 1,7mg/l, obteniendo en Cruz Cucho, el punto de muestreo el valor mínimo de 1,17mg/l y en Casca, el valor máximo de 2,4 mg/l. Estos valores obtenidos en las cuatro vertientes están dentro de los rangos permisibles para agua de consumo humano de acuerdo a la normativa ambiental ecuatoriana (10,0 mg/l) y en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006 (10 mg/l).

Hierro: El valor promedio de las cuatro vertientes para hierro es de 0,17mg/l, obteniendo en el punto de muestreo llamado Quinsacocha el valor mínimo de 0,05mg/l y en el punto Cruz Cucho, el valor máximo de 0,31 mg/l. Estos valores obtenidos en las cuatro vertientes están dentro de los rangos permisibles para agua de consumo humano de acuerdo a la normativa ambiental ecuatoriana (0,3 mg/l) y en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006 (0,3 mg/l).

Gráfico N° 5. Resultados Ex Situ de los parámetros: Sólidos totales disueltos y dureza total de las cuatro vertientes de estudio.



Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Interpretación:

Sólidos Totales disueltos: Los valores para sólidos totales disueltos registrados en las cuatro vertientes de estudio no sobrepasan el límite máximo permisible para agua de consumo humano (500 mg/l), manteniendo este parámetro niveles aceptables, dentro de la Legislación Ambiental Ecuatoriana, TULSMA y de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006 (1000 mg/l).

El valor promedio que se registra para las cuatro vertientes es 33,5 mg/l.

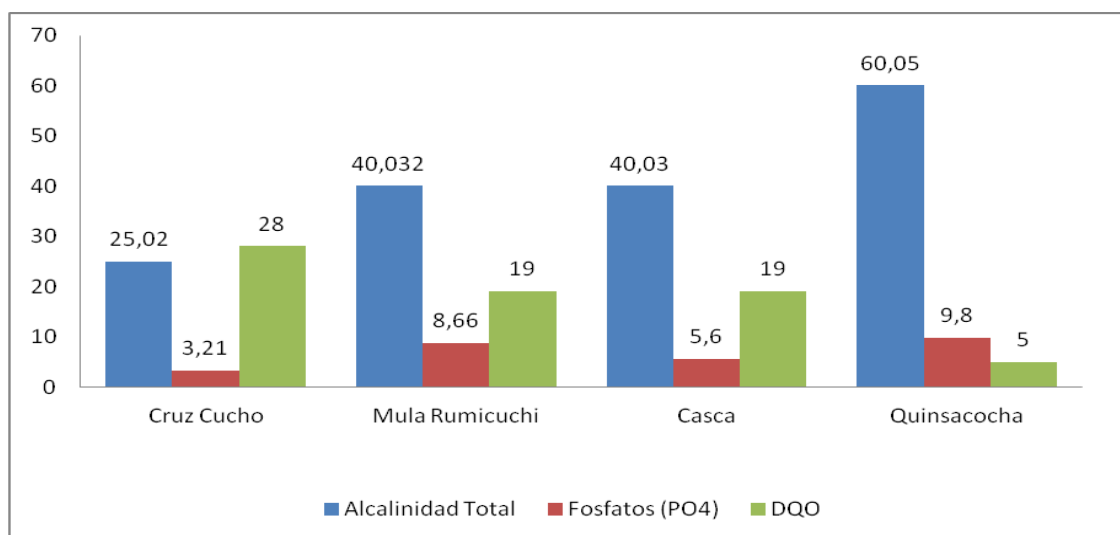
Dureza: Este parámetro permitió cuantificar el calcio y el magnesio disueltos en los cuatro puntos de estudio. Dentro de los valores registrados para dureza hay que tomar en cuenta que existe una fuente natural que es la piedra caliza (CaCO_3 o CaMgCO_3) (Deutch *et al.* 2001) ³. Como indica Deutch ³, los valores obtenidos en ríos, afluentes, vertientes se los clasifica en tres tipos de dureza: aguas con dureza suave (0 – 20 mg/l); dureza moderadamente suave (20 - 60 mg/l) y dureza moderadamente dura (61 – 120 mg/l) para el río Playas del río Tigre ³.

Los valores obtenidos en las cuatro vertientes de estudio estarían dentro de la clasificación de aguas con dureza suave (0 – 20 mg/l), ya que el valor promedio que se registra es de 8,76 mg/l.

La Legislación Ambiental Ecuatoriana propone como límite máximo permisible para agua de consumo humano un valor de 500 mg/l, por lo que los valores obtenidos estarían cumpliendo con este parámetro ya que el agua es destinada para consumo humano.

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006 propone como límite máximo permisible para agua potable un valor de 300 mg/l, por lo que de la misma manera los valores obtenidos estarían cumpliendo con este parámetro.

Gráfico N° 6. Resultados Ex Situ de los parámetros: Alcalinidad, fosfatos y DQO de las cuatro vertientes de estudio.



Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Interpretación:

Alcalinidad: El valor promedio de las cuatro vertientes para alcalinidad es de 41,8 mg/l, obteniendo en el punto de muestreo llamado Cruz Cucho, el valor mínimo de 25,02 mg/ y en Quinsacocha, el valor máximo de 60,05 mg/l. Los valores de alcalinidad obtenidos son indicativos de la presencia de carbonatos, bicarbonatos, e hidróxidos y en ocasiones de borato, silicatos, sulfuros y otras bases; que dan la característica alcalina a las aguas naturales ⁸.

Fosfatos: En comparación con el nitrógeno, su abundancia es diez veces menor, pero su efecto en la eutrofización es mayor, pues cantidades en el orden de milésimas de gramo estimulan el crecimiento de poblaciones fitoplanctónicas en el medio acuático. Estos organismos al morir liberan este compuesto al agua.

El valor promedio en las cuatro vertientes de estudio para fósforo es (6,82 mg/l), el punto de muestreo llamado Cruz Cucho presenta un valor mínimo, y es 3,21 mg/l. En el punto Quinsacocha se presenta mayor valor al promedio, y es 9,8 mg/l.

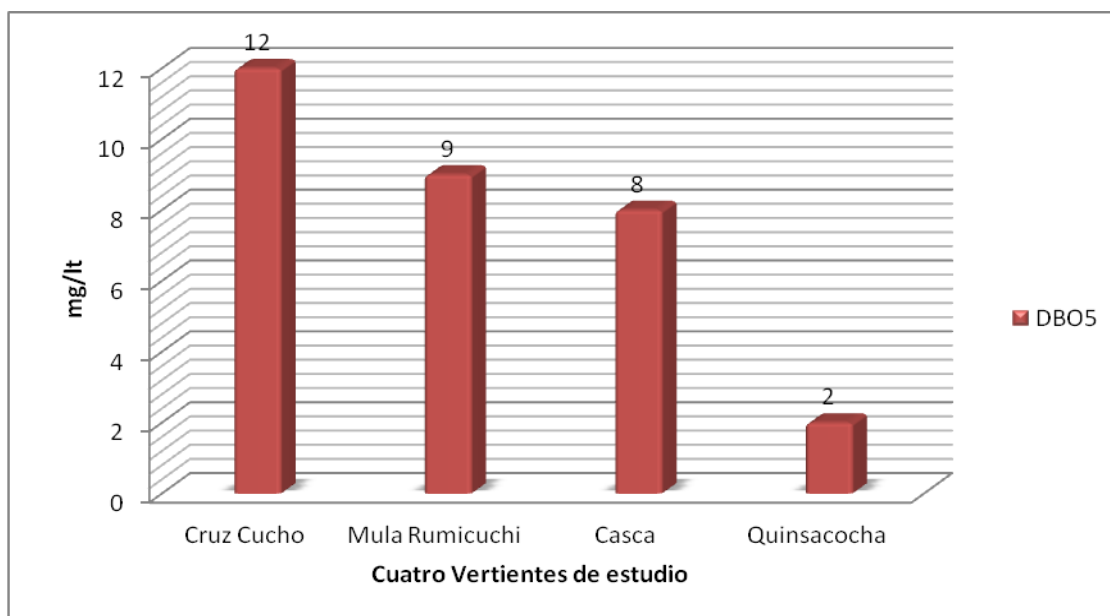
El fósforo tiene fuentes naturales como el suelo, rocas, actividades humanas como plantas de tratamiento de aguas servidas, escorrentía de campos de cultivo, fallas de los pozos sépticos, y de industrias. El fósforo está presente como molécula de fosfato (PO₄) ^b.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): El valor promedio de las cuatro vertientes para DQO es de 17,8 mg/l, obteniendo en el punto de muestreo llamado Quinsacocha, el valor mínimo de 5 mg/l y en Cruz Cucho, el valor máximo de 28 mg/l.

El valor obtenido es siempre superior a la demanda biológica de oxígeno (aproximadamente el doble), ya que se oxidan por este método también las sustancias no biodegradables ^j.

Podemos determinar que estos tres parámetros, **NO SE ENCUENTRAN** especificados en la Norma 1108-Requisitos Agua Potable, ni en el TULSMA, Anexo 1, Tabla 2.

Gráfico N° 7. Resultados Ex Situ del parámetro DBO5 de las cuatro vertientes de estudio.



Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Interpretación: La DBO (o BOD por su acrónimo en inglés) es la medida de la cantidad de oxígeno que es tomada por los organismos microscópicos (ej. bacterias) para descomponer los materiales orgánicos en el agua. Entonces es utilizada como una medida de la cantidad de ciertos tipos de contaminantes provenientes de seres vivos en el agua. Para tener una referencia, el límite máximo permitido de DBO5 para aguas de consumo humano y uso doméstico es de 2 mg/l (en cinco días), según la legislación ecuatoriana.

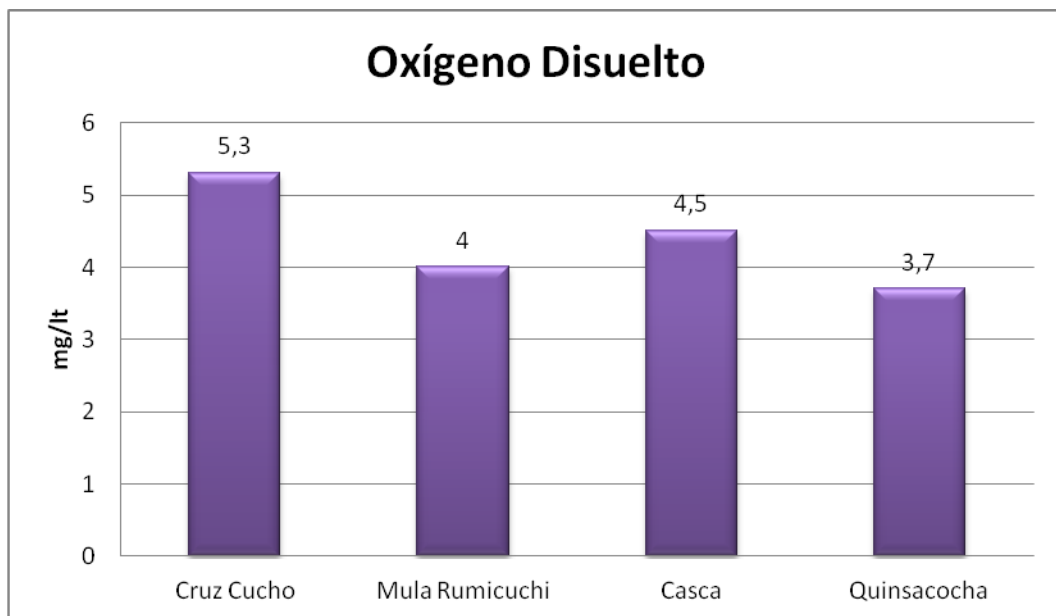
En las cuatro vertientes de estudio, las cantidades fluctuaron entre (2 y 12) mg/l, dando un promedio de 7,8 mg/l. Para DBO5, tres de las muestras recolectadas en las vertientes: Cruz Cucho, Mula Rumicuchi y Casca sobrepasan la norma ecuatoriana para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren desinfección. La muestra que registró el mayor valor de DBO5 de 12 mg/l, fue tomada en la vertiente llamada Cruz Cucho. La presencia de materia orgánica (especialmente de origen

vegetal) que se encuentra en la zona de estudio, se explica cuando las plantas crecen rápidamente, también mueren rápidamente ¹. Esto contribuye al incremento del desecho orgánico en el agua, el que luego es descompuesto por las bacterias ¹. Ocasionen altos niveles de DBO5.

Así como la velocidad del agua, pueden ser factores que influyeron de forma directa en los resultados obtenidos.

Cabe mencionar que este parámetro no se encuentra especificado en la Norma 1108-Requisitos Agua Potable.

Gráfico N° 8. Resultados Ex Situ del parámetro Oxígeno Disuelto de las cuatro vertientes de estudio.



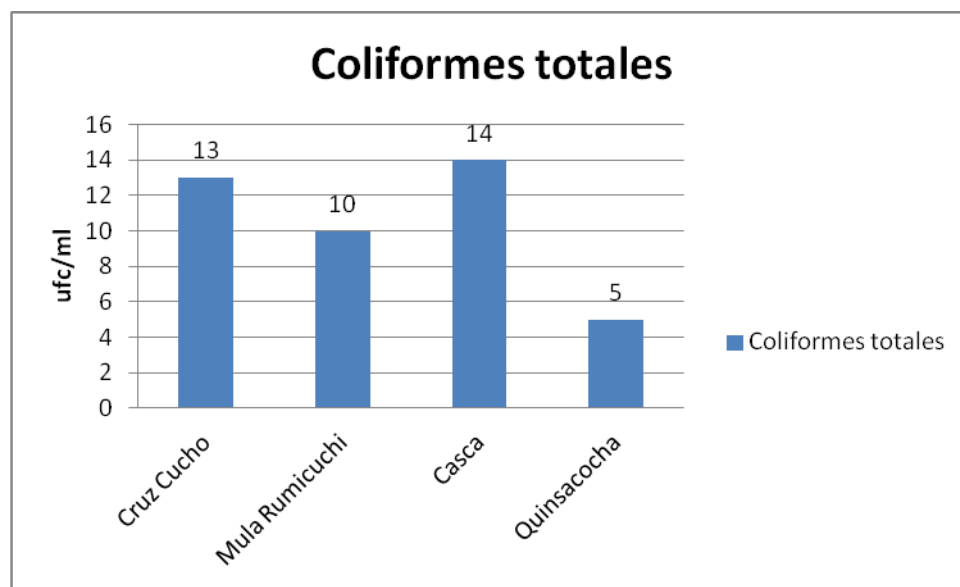
Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Interpretación: Es uno de los indicadores más importantes de la calidad de agua. Los valores normales varían de 7 a 8 mg/l.

Los valores de OD obtenidos en las cuatro vertientes de estudio, se registraron entre 4 y 5,3 mg/l. En la presente investigación, las cuatro muestras presentan valores por debajo de la normativa ecuatoriana de calidad del agua para consumo humano (no < 6 mg/l). Estos valores se deben posiblemente a las características del sitio de muestreo, que presentó bajo caudal y presencia de vegetación en descomposición.

Cabe también mencionar que este parámetro no se encuentra especificado en la Norma 1108-Requisitos Agua Potable.

Gráfico N° 9. Resultados Ex Situ del parámetro Coliformes Totales de las cuatro vertientes de estudio.



Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Interpretación: Todos los sitios muestreados presentaron un bajo número de coliformes totales, en comparación con el valor máximo permisible para Consumo Humano, establecido en el TULSMA, que es de (50 UFC/100 ml). Los valores obtenidos se registraron en un rango desde 5 hasta 14 UFC/100 ml. La muestra con valor más bajo registrado para coliformes totales es de 5 UFC/100 ml en la vertiente Quinsacocha. Mientras que la muestra con mayor valor (14 UFC/100 ml) es en la

Vertiente Casca. Valores que se encuentran dentro de los límites permisibles para consumo humano de acuerdo a la legislación ecuatoriana. Esto significa que el agua en los sitios mencionados no presenta *E. coli*, pero el reporte del Laboratorio manifiesta lo siguiente: el análisis microbiológico, indica que el agua requiere ser sometida a un proceso adecuado de desinfección previo a su consumo, según lo establece la Norma INEN 1108, puesto que existe presencia de coliformes totales, mismos que deberían ser cercanos a cero.

La principal fuente de coliformes totales en la zona de estudio provienen de medios orgánicos, mas no por medios antrópicos o animales.

TABLA N° 18. Resultados del Agua de Consumo Humano. Muestra del tanque antes de la distribución y cloración.

ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO					
N°	Parámetro	Unidades	Tanque para distribución	NORMA INEN Límite máximo permisible	TULSMA TABLA2.
1	Turbidez	NTU	0,38	5	10
2	Alcalinidad Total	mg/l como CaCO ₃	30,02	**	
3	Fosfatos (PO ₄)	mg/l	4,9	**	
4	Nitratos (NO ₃)	mg/l	1,8	10	10,0
5	Sólidos Totales Disueltos	mg/l	30	1000	500
6	Dureza Total	mg/l como CaCO ₃	10,01	300	500
7	Hierro (Fe ⁺⁺⁺)	mg/l	0,21	0,80	0,3
8	DQO	mg/l	8	**	
9	DBO ₅	mg/l	5	**	2
10	Oxígeno Disuelto	mg/l	4,3	**	No menor al 80% de saturación, no menor 6mg/l
11	Coliformes Totales	ufc/ml	12	< 2*	nmp/100 50*
12	Coliformes Fecales	ufc/ml	0	< 2*	

**=No se encuentra especificado en la Norma 1108-Requisitos Agua Potable

* < 2 significa que en el ensayo del NMP utilizando una serie de tubos por dilución, ninguno es positivo.

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

TABLA N° 19. Resultados del Agua de Consumo Humano. Muestra domiciliaria.

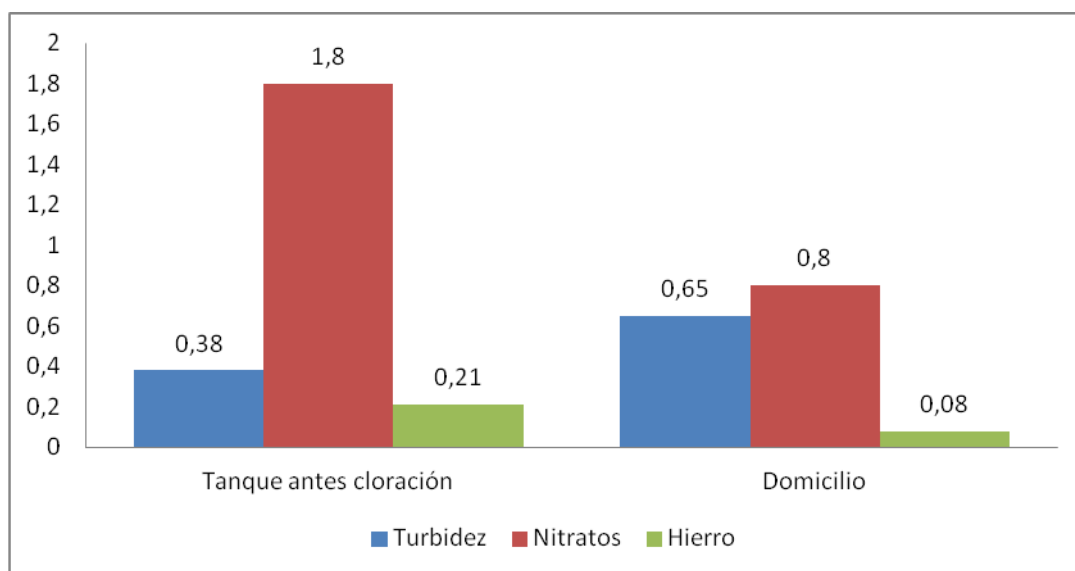
ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO					
N°	Parámetro	Unidades	Domicilio	NORMA INEN Límite máximo permisible	TULSMA TABLA 2.
1	Turbidez	NTU	0,65	5	10
2	Alcalinidad Total	mg/l como CaCO ₃	45,04	**	
3	Fosfatos (PO ₄)	mg/l	2,5	**	
4	Nitratos (NO ₃)	mg/l	0,8	10	10,0
5	Sólidos Totales Disueltos	mg/l	48	1000	500
6	Dureza Total	mg/l como CaCO ₃	45,04	300	500
7	Hierro (Fe+++)	mg/l	0,08	0,80	0,3
8	DQO	mg/l	30	**	
9	DBO ₅	mg/l	12	**	2
10	Oxígeno Disuelto	mg/l	4	**	No menor al 80% de saturación, no menor 6mg/l
11	Coliformes Totales	ufc/ml	0	< 2*	nmp/100 50*
12	Coliformes Fecales	ufc/ml	0	< 2*	

**=No se encuentra especificado en la Norma 1108-Requisitos Agua Potable

* < 2 significa que en el ensayo del NMP utilizando una serie de tubos por dilución, ninguno es positivo.

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Gráfico N° 10. Resultados Ex Situ de los parámetros: Turbidez, nitratos y hierro del sitio tanque y domicilio.



Elaborado por: Amores Gabriela 2012

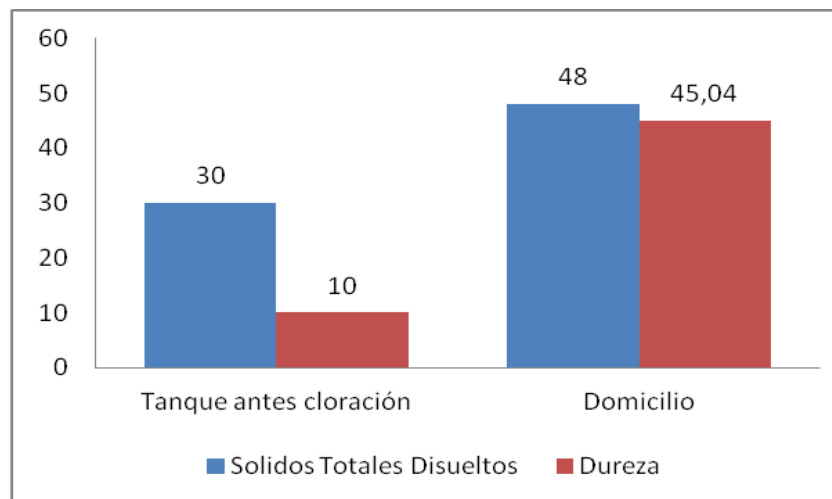
Interpretación:

Turbidez: El valor promedio de los dos puntos de muestreo para turbidez es de 0,34 NTU. Estos valores obtenidos en los dos puntos: en tanque (0,38 NTU) y en el domicilio (0,65 NTU) están dentro de los rangos permisibles para agua de consumo humano de acuerdo a la normativa ambiental ecuatoriana (10 NTU) y en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006 (5 NTU).

Nitratos: El valor promedio de los dos puntos de muestreo para nitratos es de 0,87mg/l. Estos valores obtenidos en los dos puntos: tanque (1,8mg/l) y en el domicilio (0,8 mg/l) están dentro de los rangos permisibles para agua de consumo humano de acuerdo a la normativa ambiental ecuatoriana (10,0 mg/l) y en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006 (10 mg/l).

Hierro: El valor promedio de de los dos puntos de muestreo para hierro es de 0,09mg/l, Estos valores obtenidos en los dos puntos: tanque (0,21mg/l) y en el domicilio (0,08 mg/l) están dentro de los rangos permisibles para agua de consumo humano de acuerdo a la normativa ambiental ecuatoriana (0,3 mg/l) y en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006 (0,3 mg/l).

Gráfico N° 11. Resultados Ex Situ de los parámetros: Sólidos totales disueltos y dureza total del sitio tanque y domicilio.



Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Interpretación:

Sólidos Totales disueltos: Los valores para sólidos totales disueltos registrados en los dos puntos adicionales de estudio no sobrepasan el límite máximo permisible para agua de consumo humano (500 mg/l), manteniendo este parámetro niveles aceptables, dentro de la Legislación Ambiental Ecuatoriana, TULSMA y de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006 (1000 mg/l).

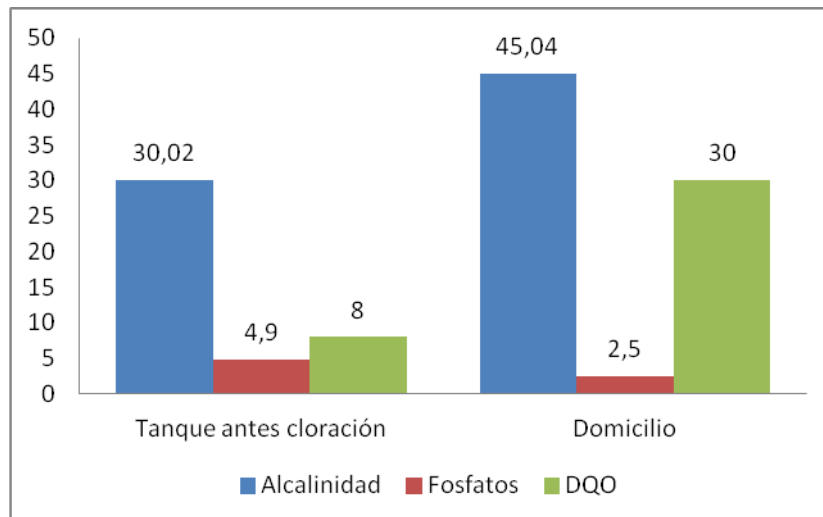
El valor promedio que se registra para los dos puntos de estudio es 39 mg/l.

Dureza: Los valores obtenidos en los dos puntos adicionales de estudio registran un valor promedio de 27,52 mg/l.

La Legislación Ambiental Ecuatoriana propone como límite máximo permisible para agua de consumo humano un valor de 500 mg/l, por lo que los valores obtenidos estarían cumpliendo con este parámetro ya que el agua es destinada para consumo humano.

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006 propone como límite máximo permisible para agua potable un valor de 300 mg/l, por lo que de la misma manera los valores obtenidos estarían cumpliendo con este parámetro.

Gráfico N° 12. Resultados Ex Situ de los parámetros: Alcalinidad, fosfatos y DQO del sitio tanque y domicilio.



Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Interpretación:

Alcalinidad: El valor promedio de los dos puntos adicionales de estudio para alcalinidad es de 37,53 mg/l, obteniendo el valor máximo de 45,04 mg/l, en la muestra

domiciliaria. Los valores de alcalinidad obtenidos son indicativos de la presencia de carbonatos, bicarbonatos, e hidróxidos y en ocasiones de borato, silicatos, sulfuros y otras bases; que dan la característica alcalina a las aguas naturales ⁸.

Fosfatos: El valor promedio en los dos puntos adicionales de estudio para fósforo es (3,7 mg/l), el punto de la muestra domiciliaria presenta un valor mínimo de 2,5 mg/l. Y en el punto del tanque se presenta mayor valor de 4,9 mg/l.

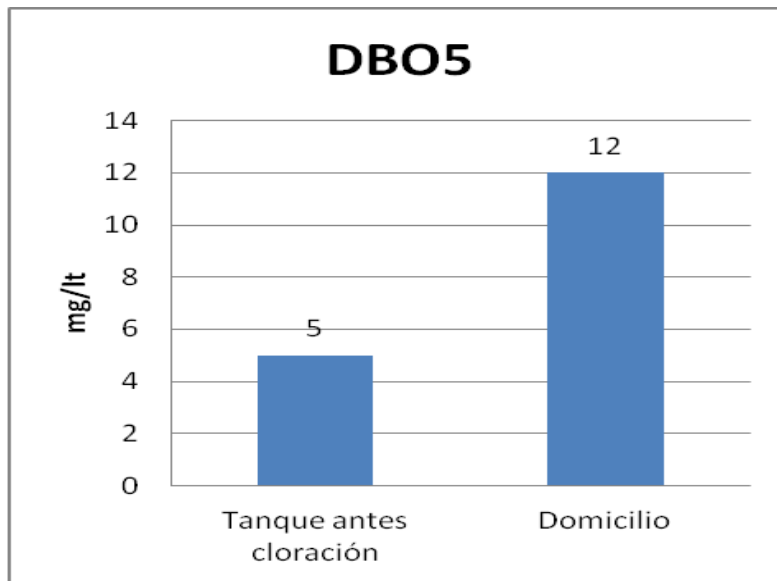
El fósforo tiene fuentes naturales como el suelo, rocas, actividades humanas como plantas de tratamiento de aguas servidas, escorrentía de campos de cultivo, fallas de los pozos sépticos, y de industrias. El fósforo está presente como molécula de fosfato (PO_4) ^b.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): El valor promedio en los dos puntos adicionales de estudio para DQO es de 19 mg/l.

El valor obtenido es siempre superior a la demanda biológica de oxígeno (aproximadamente el doble), ya que se oxidan por este método también las sustancias no biodegradables ^j.

Podemos determinar que estos tres parámetros, **NO SE ENCUENTRAN** especificados en la Norma 1108-Requisitos Agua Potable, ni en el TULSMA, Anexo 1, Tabla 2.

Gráfico N° 13. Resultados Ex Situ del parámetro DBO5 del sitio tanque y domicilio.



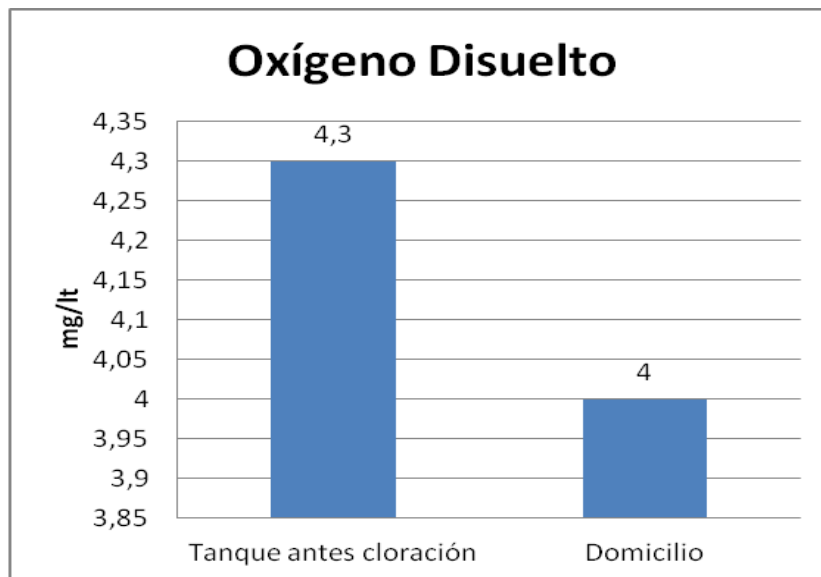
Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Interpretación: La DBO (o BOD por su acrónimo en inglés) para tener una referencia, el límite máximo permitido de DBO5 (en cinco días), para aguas de consumo humano y uso doméstico es de 2 mg/l según la legislación ecuatoriana.

En los dos puntos adicionales de estudio, las cantidades obtenidas fueron: tanque 5 mg/l y en la muestra domiciliaria 12 mg/, dando un promedio de 8,5 mg/. Para DBO5, las dos muestras recolectadas, sobrepasan la norma ecuatoriana para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren desinfección. La muestra que registró el mayor valor de DBO5 de 12 mg/l, fue tomada en el punto domicilio.

Cabe mencionar que este parámetro no se encuentra especificado en la Norma 1108-Requisitos Agua Potable.

Gráfico N° 14. Resultados Ex Situ del parámetro Oxígeno Disuelto del sitio tanque y domicilio.



Elaborado por: Amores Gabriela 2012

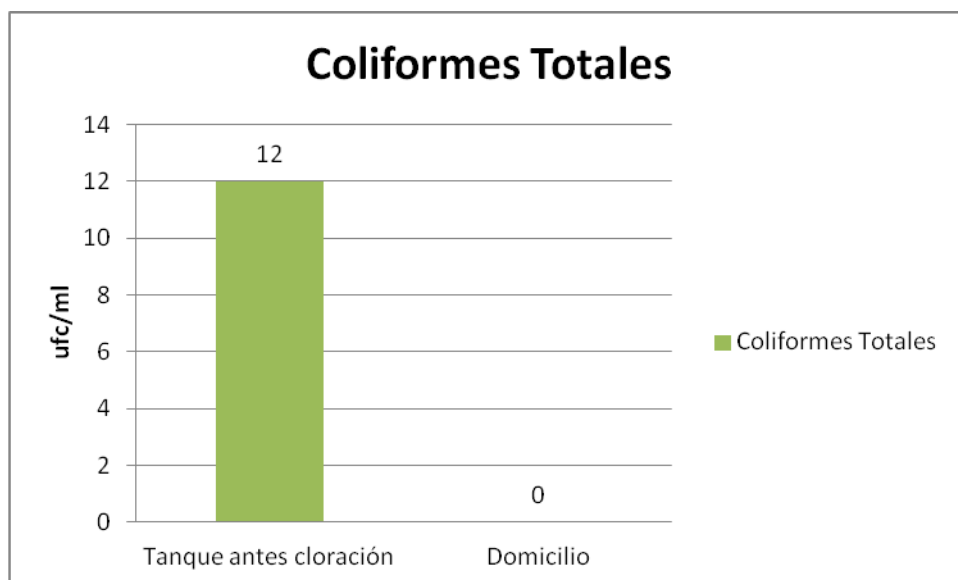
Interpretación: El oxígeno disuelto es uno de los indicadores más importantes de la calidad de agua. Los valores normales varían de 7 a 8 mg/l.

Los valores de OD obtenidos en los dos puntos adicionales de estudio, se registraron en: tanque 4,3 mg/l y en la muestra domiciliaria 4 mg/l. Obteniendo un valor promedio de 4,15mg/l

En la presente investigación, las dos muestras presentan valores por debajo de la normativa ecuatoriana de calidad del agua para consumo humano ($no < 6$ mg/l). Valores que en esta investigación no afectan de forma directa a la calidad del agua.

Cabe también mencionar que este parámetro no se encuentra especificado en la Norma 1108-Requisitos Agua Potable.

Gráfico N° 15. Resultados Ex Situ del parámetro Coliformes Totales del sitio tanque y domicilio.



Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Interpretación: El sitio del tanque antes de la cloración y de la distribución presentó un bajo número de coliformes totales, en comparación con el valor máximo permisible para Consumo Humano, establecido en el TULSMA que es de (50 UFC/100 ml). El valor obtenido en el sitio del tanque fue de 12 UFC/100 ml. Mientras que en la muestra domiciliaria se registró un valor de 0 UFC/100 ml para coliformes totales. Valores que se encuentran dentro de los límites permisibles para consumo humano de acuerdo a la legislación ecuatoriana. Esto significa que el agua que es consumida por la comunidad cumple con los parámetros establecidos en la Norma INEN 1108 para aguas de consumo humano.

2.2.3 Análisis de los Resultados Según Norma WQI

Un índice de calidad de agua, consiste básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros que caracterizan la calidad del agua. Su ventaja radica en que puede ser más fácilmente interpretado que una lista de valores numéricos.

Los usuarios de esta información pueden estar estrechamente relacionados, como: biólogos, ingenieros sanitarios y ambientales, administradores de recursos hídricos; o en su defecto personas apenas familiarizados con la misma, como el caso de usuarios, abogados y público en general; sin embargo, unos y otros podrán rápidamente tener una idea clara de la situación que expresa el índice (contaminación excesiva, media o inexistente, entre otras).

Analizando los resultados obtenidos luego del tratamiento matemático de las pruebas de campo y en laboratorio, usando el Software para calcular, caracterizamos el agua según la Norma WQI, que es una herramienta muy útil para comunicar información sobre la calidad del agua a las autoridades y al público.

Obteniendo de forma rápida los resultados y una gráfica general del estado del recurso. (Anexo 8)

Es muy útil para propósitos comparativos de investigaciones de calidad del agua. Cabe mencionar que el Software fue proporcionado por la Fundación NATURA.

CAPITULO III

3. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE PROTECCIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA, EN LA COMUNIDAD DE APAWA TOMANDO COMO BASE EL ECOSISTEMA PÁRAMO

3. 1. ANTECEDENTES

Apawa es una comunidad indígena que está a 4000 metros de altura, en la cumbre de la cordillera occidental e inicio del descenso hacia la costa. La atraviesa la Panamericana que va de Latacunga a Pilaló, La Mana y a Quevedo y es la salida de Cotopaxi hacia la Provincia de Los ríos. Administrativamente es parte del Cantón Pujilí y de la parroquia Mestiza de Pilaló ⁵.

La comunidad tiene 6.563 has que cubren tres pisos ecológicos: la **zona alta** que va de la cresta de montaña, hasta la zona por debajo de 4000 metros donde están asentadas la mayor cantidad de familias; la **zona media** que es una franja de terrenos por encima de las zonas boscosas subtropicales y que es el espacio de tránsito entre el bosque tropical y los páramos, definido como el páramo bajo; y la **zona baja** que son bosques tropicales siempre nublados, en donde hay pocas familias que tienen tierra pero que viven temporalmente ⁵.

En el presente trabajo, se toma en consideración un estudio realizado por el IEE, cuya intención, fue indagar sobre las relaciones de las mujeres con el ambiente. Pero si bien hay una conciencia clara de los problemas que enfrentan los páramos y la comunidad, frente a los problemas ambientales en especial con la protección de los recursos hídricos que sería uno de los mayores problemas, sino se los protege adecuadamente, mediante los testimonios de dos mujeres entrevistadas se pudo conocer los siguientes aspectos ⁵:

“La organización de Mujeres Pakarimuy, está haciendo intentos por mejorar la vida de las mujeres, salir de cómo hemos vivido antes, hemos hecho proyectos para las mujeres, darles semilla, borregos mejorados con la condición de que se mejore el rendimiento; hicimos varias mingas para proteger el páramo, hicimos talleres, pero la gente no entiende y mete borregos no más...” ⁵” (*Blanquita, promotora de la Comunidad, Apawa 2009*)

“El trabajo no es fácil, mi idea es hacer proyectos, iniciar con las mujeres primero y luego con toda la comunidad. Buscar alternativas para cultivar en la zona baja, mejorar los ganados de borregos para que no usen los páramos, tener alternativas con las artesanías, semillas, mejorar los pastos y los suelos...” ⁵” (*Fabiola Quishpe, dirigente de la Organización de Mujeres de Apawa, 2009*)

“Es importante mencionar que en la comunidad se han ensayado dos alternativas para proteger los páramos; mejorar los rebaños de borregos con animales de más tamaño, mejor pelaje, de mejor precio en el mercado (60 a 80 dólares), crecen más rápido y tiene más partos, o sustituirlos con alpacas que aunque tienen una sola cría al año tienen muy buen precio en el mercado (400 a 500 dólares los pies de cría), aprovechan mejor y afectan menos los páramos ⁵.”

“El pajonal, agua, biodiversidad y suelo son los principales recursos naturales identificados por la comunidad en el ecosistema páramo, y alrededor de los cuales se desarrollan sus sistemas productivos y la vida misma de los campesinos ⁵.”

Pero cada vez estos elementos de la naturaleza se encuentran en condiciones preocupantes, debido al nivel de degradación que están siendo sometidos, de continuar así, en pocos años el acceso a dichos recursos se agravaría, consecuentemente la crisis y los niveles de pobreza se agudizarían.

Con estos antecedentes, la elaboración de un plan de manejo del páramo de la Comunidad Apawa, para la protección de las fuentes de agua, se torna vital, ya que contar con propuestas de este tipo, es disponer de una herramienta de trabajo; por un lado para gestionar recursos ante las autoridades y por otro para orientar las acciones de manejo y conservación de los recursos naturales en forma adecuada, desde la misma comunidad y desde instituciones de apoyo.

En este sentido el presente plan de trabajo recoge las percepciones de los/as beneficiarios/as y se complementan con una propuesta técnica en función de las condiciones del ecosistema y de las potencialidades de los recursos locales. Como se comprenderá este tipo de acciones y propuestas no es posible realizarlas inmediatamente por varias razones como: el tiempo que la comunidad debe dedicar a la ejecución; los recursos para aportar en la concreción de las acciones no siempre están disponibles; los tiempos y recursos económicos de las instituciones de apoyo no se dirigen a una sola comunidad, sino que más bien se distribuyen entre varias y en diferentes temáticas, por lo que se estima que el Plan de Manejo sea ejecutado en un plazo no mayor a cinco años, sin embargo de existir las facilidades correspondientes no impide que se realice en menos tiempo.

3.2. DIAGNÓSTICO

3.2.1. Ubicación Geopolítica

La Comunidad de Apawa, pertenece a la Parroquia Pilaló, del Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi.

Límites:

Norte: Comunidad La Cocha y Saraugsha.

Sur: Comuna de Mocata.

Este: Comuna de Yana Turo y Talatac.

Oeste: Pilaló Centro.

La distancia de la Comunidad Apawa, desde la Cabecera Parroquial de Zumbahua es de: 12 kilómetros.

Superficie total de la comunidad: 6563 hectáreas.

Superficie del páramo en estudio: 400 hectáreas.

En razón de la situación geopolítica, topografía del terreno, el clima, la latitud, la disponibilidad de recursos hídricos y de manera particular las circunstancias socioeconómicas de sus habitantes, se dividen en tres zonas:

a.- La zona Alta.- abarca a la comunidad de Apawa conformada por cuatro sectores que están en la parte alta de la parroquia. Por sus suelos fértiles y productivos es considerada como una zona agrícola y ganadera. En la agricultura se destaca por el cultivo de cebada, cebolla, mashua, ajo, pastos mejorados. papa, melloco, haba, oca. Sobresale la ganadería ovina y bovina. La altitud va en descenso desde la cordillera de la comunidad de Apawa Centro que está en la cota de los 3650 m.s.n.m, lugar donde inicia el descenso hacia la zona costera hasta Pilaló Centro que está a 1.800 m.s.n.m ¹⁴.

b.-La Zona Media.- La zona se caracteriza por ser una franja de terrenos por encima de las zonas boscosas subtropicales y que es el espacio de tránsito entre el bosque tropical y los páramos, definido como el páramo bajo. La altura promedio va desde los 2000 m.s.n.m. hasta los 3.100 m.s.n.m ¹⁴.

c.- La Zona Baja.- La zona se caracteriza por ser el límite con la región sierra y costa, por lo que los suelos son muy irregulares, con presencia de grandes montañas y una vegetación subtropical. La altura promedio va desde los 1600 m.s.n.m. hasta los 2.000 m.s.n.m. Los suelos son aptos para el cultivo del maíz, frijol, arveja, sambos y pastos para animales mayores y menores se destaca la ganadería ¹⁴.

3.2.2. Infraestructura

3.2.2.1. Vías de Acceso

Por el territorio de la parroquia Pilaló cruza la carretera de primer orden que une a la sierra y costa: Latacunga - La Maná – Quevedo.

Desde Latacunga hasta la comuna Apawa Centro hay una distancia de 75 Km. y hasta el centro de la parroquia Pilaló hay 105 Km de distancia.

En la cordillera de Apawa, desde la carretera Latacunga- Quevedo hay otra carretera que atraviesa el territorio de Pilaló en sentido Sur- Occidental que conduce hasta el cantón Pangua, pasando por la parroquia Angamarca. Esta carretera de tierra frecuentemente se halla en mal estado, especialmente en temporada de invierno.

Las vías de acceso al interior de las comunidades son caminos vecinales de difícil tránsito para los vehículos.

Los pobladores de las comunidades tienen muchas dificultades para sacar los productos a los principales mercados de la región, sobre todo hasta la carretera principal.

Los únicos medios de transporte ya sea a Latacunga y a Quevedo son los buses de las cooperativas: Ambato, Cotopaxi y Ciro que realizan turnos diarios y pasan por estas

comunidades. La siguiente tabla nos detalla las distancias aproximadas a las comunidades:

Tabla N° 20. Distancia de las comunidades de Pilaló desde la cabecera parroquial de Zumbahua.

N°	COMUNIDAD	DISTANCIA DESDE ZUMBAHUA
1	Apawa	12 Km.
2	Redrován	15 km
3	Corralpungo	12 Km
4	Milín	16 Km
5	Pilalo Centro	40 Km
6	Chaupi Cruz	45 Km
7	Choasillí	85 Km

FUENTE: Diagnóstico Asamblea Parroquial Pilaló 2.005

3.2.2.2. Servicios Básicos

Los servicios básicos constituyen los elementos indispensables que deben tener las familias para vivir en condiciones óptimas de higiene y comodidad.

- Agua entubada y luz eléctrica

La comunidad de Apawa, datos según datos del Censo de Población y Vivienda 2010, en un 70% posee de agua entubada para el consumo humano.

En lo referente a la energía eléctrica la comunidad de Apawa, en un 80% cuenta con este servicio.

Por el servicio de energía eléctrica los usuarios pagan un promedio de 10 dólares mensuales, cuyos precios inciden en la economía de los hogares del sector campesino.

- ***Letrinización***

En la zona alta de Pilaló, según datos del Censo de Población y Vivienda 2010, únicamente el 37% de las familias de la comunidad de Apawa Centro, están provistos de letrinas para la eliminación de excretas a través de pozos sépticos, mientras que el resto de comunidades lo realizan a campo abierto. Las letrinas fueron construidas por iniciativa de la comunidad con el apoyo de Plan Internacional.

En los hogares donde existen letrinas no es garantía de higiene, pues se advierte un mal uso y falta de mantenimiento, que se convierten más bien en focos de contaminación de enfermedades. En definitiva la eliminación de excretas constituye un problema, el 59,80% de hogares de la parroquia de Pilaló carece de letrinas alternativas que deben ser implementadas en el futuro mediano, con su respectiva capacitación.

- ***Servicio Telefónico***

Según datos del Censo de Población y Vivienda 2010, cuenta con el servicio de telefonía (convencional) el 4,41% de la parroquia Pilaló. El resto de comunidades y recintos carecen en su totalidad, lo que constituye un problema puesto que impide que exista una comunicación para el desarrollo psico-socio afectivo con los seres queridos que se encuentran fuera de la parroquia.

3.2.2.3. Educación

Existe una escuela en el Centro de Apawa para la educación básica, llamada Condorazo, pertenece al Sistema de Educación Intercultural Bilingüe de Cotopaxi, en este Centro Educativo estudian 180 niños (as) de seis grados, con un profesor por grado. A nivel de educación media, no se cuenta con un colegio, la mayoría de los jóvenes se educan a distancia en instituciones de la Parroquia de Zumbahua o en la Ciudad de Pujilí y en jornadas semi presenciales que se desarrollan todos los sábados y domingos.

3.2.3. Datos Socioeconómicos de la Comunidad

“Según el modelo productivo, el trabajo de las familias es un esfuerzo para todo el año, pero como los hombres migran temporalmente, no hay suficiente gente para cultivar toda la superficie que disponen, así que se siembra la mayor cantidad de cultivos para autoconsumo y la migración se convierte en el ingreso más importante para sostener las familias en el campo, según los datos y los testimonios entre el 60% y 70% de los ingresos provienen de la migración ⁵.”

“Además de los cultivos, las familias sostienen su economía con los animales. Los cuyes y quienes tiene chanchos, se destinan al autoconsumo, pero los borregos y llamingos se usan como ahorro y se venden cuando hay necesidades – los borregos criollos se venden en 40 dólares y los mejorados en 70 y 80 -. El problema de los animales es que, aunque los rebaños son familiares al cuidado de las mujeres y los niños, las zonas de pastoreo disminuyen y los páramos se agotan resultado de la expansión de la frontera agrícola y la falta de humedad o riego para sembrar pastos, obliga a las familias a quemar los páramos para obtener hierba fresca ⁵.”

“La migración de los hombres provoca que sean las mujeres quienes se encargan de los cultivos, lo cual aumenta su carga de trabajo familiar y la presencia de los hombres no implica una disminución del cuidado de los hijos y de la casa ⁵.”

“El resultado es que actualmente, las mujeres y las familias dependen más de la migración de los hombres, y las condiciones que permitían una producción de subsistencia estable y diversificada en varias actividades donde las mujeres cumplen un rol más importante y determinante, se deterioran. Así, vemos que la situación económica de las mujeres es precaria y que en el tiempo vulnera su posición al interior de las familias y de la comunidad ⁵.”

3.2.4. Aspectos Naturales

3.2.4.1. Altitud

La comunidad se encuentra entre 4000- 4100 msnm

3.2.4.2. Suelo

En general los Suelos son de tipo Inceptisoles

“Inceptisoles: Presentan alto contenido de materia orgánica. Tienen una baja tasa de descomposición de la materia orgánica debido a las bajas temperaturas. Pero en climas cálidos la tasa de descomposición de materia orgánica es mayor, usualmente presentan permafrost, poseen mal drenaje. Para los trópicos ocupan las laderas más escarpadas desarrollándose en rocas recientemente expuestas, PH y fertilidad variables, dependientes de la zona: alta en zonas aluviales y baja en sedimentos antiguos y lavados sobre los cuales evolucionan el suelo, materia orgánica variable. Posibilidad de deterioro estructural tanto de forma natural como inducido por el manejo. Susceptibilidad al sellado, encostramiento y compactación. Aumentan cuando son labrados con humedad alta. Con 399463 Ha que corresponden al 65% de la superficie total provincial es la unidad que ocupa mayor superficie en la provincia ¹³.”

3.2.4.3. Clima

- Temperatura

Temperatura aproximada de 8 -10°C

- Precipitación

Precipitación aproximada de 1000 – 1250 mm/año.

Podemos hablar de temporadas lluviosas como en los meses de octubre y noviembre, en el mes de diciembre las precipitaciones se acentúan en el llamado “Veranillo del Niño;

en enero nuevamente aparecen las ligeras precipitaciones, se intensifican en los meses de febrero, marzo y abril, decrece en mayo y junio.

- ***Viento***

En julio aparecen los días fríos y los vientos helados y hasta nevadas; agosto es un mes particularmente frío pero seco, con presencia de vientos cambiantes muchas veces huracanados, que en ocasiones desprenden las cubiertas de asbesto o zinc de las casas. En septiembre decrece el viento y el intenso frío.

- ***Heladas***

Las heladas ordinariamente se presentan en junio – agosto. De acuerdo a la información proporcionada por los campesinos de la zona alta, se estima que hay un promedio de 2 heladas por año, en junio y agosto.

- ***Granizadas***

Las granizadas son difíciles de predecir, se presentan con más frecuencia en la parte alta, a partir de los 3.000 msnm.

3.2.4.4. Relieve y Pendiente

Su relieve es de forma colinada con presencia de rocas en zonas de flancos, laderas, topografía irregular con pendientes que varían entre 12 – 25%.

3.2.4.5 Hidrología

Pilaló, es parte de la Cuenca Media del Río San Pablo, se encuentra en el Nivel 5, según la Clasificación del Método Pfafstetter.

Apawa es cabecera de 3 Unidades Hidrográficas:

1. Cuenca Media del Río San Pablo
2. Cuenca Alta del Río Toachi.
3. Cuenca Alta del Río Calope.

Como principal drenaje, es el río Pilaló.

El territorio de la parroquia Pilaló es muy rico en recursos hídricos, sobre todo en los páramos altos donde encontramos muchas vertientes de agua. Por su importancia, hemos realizado el siguiente inventario de vertientes en la siguiente tabla:

Tabla N° 21. Nómina de vertientes de la Comunidad de Apawa.

N°	Comunidad	Nomina de Vertientes	
1	Apawa Centro	Aawripamba Cochabamba Milin Uri Allku Sipina Quillu Turu Tukma Kinri Allpa Chaka Punta Loma Yaku Apyana Mula Rumi	Llatanpamba Flanca Sirena Yacu Loma Turu Huacana Urku Rumi Timbila Pampa Kaska Cuchu Lluchu Loma Cruz Cucho Casca

FUENTE: Actualización de Datos en la Asamblea Parroquial de Pílaló, 2005 del Diagnóstico Participativo PALLAMUKUY-PRODEPINE.

De las vertientes descritas en el cuadro anterior nacen pequeños riachuelos que forman los ríos que se dirigen al sector costanero de La Maná y Pangua.

Cabe mencionar, que al sector de La Maná se dirigen los ríos como el Tahualó que nace en Calizas de Unacota, el Pucumbana que nace en Redrovan y el Cachiyacu que nace en Corralpungo los cuales alimentan al río Chilca que nace en cerro de Achandi (Apawa). El río Chilca alimenta a su vez al río Pilaló, Este río es de gran importancia para la zona ya que su fuerza hídrica se utiliza en la generación de energía eléctrica con la Planta de Macuchí. Esta planta hidroeléctrica, unida al sistema interconectado cubre la electrificación de las comunidades de la parroquia Zumbahua, Pilaló y Guangaje.

Al río Calope que se dirige al cantón Pangua alimentan los ríos Chuquiragua que nace en los páramos de Milín, Isinaló y Minchoa.

Las aguas de las vertientes son aprovechadas para los sistemas de riego natural que disponen las comunidades de la zona alta y baja. En este contexto, las comunidades desconocen sistemas administrativos de uso y aprovechamiento de las aguas.

3.2.5. Situación Actual de los Recursos Naturales

3.2.5.1. Cobertura Vegetal y Uso del Suelo

Por sus características de suelos y relieve de la zona alta, determinada para el presente estudio y en la cual se encuentra la comunidad de Apawa, mencionamos las siguientes características:

- Se extiende desde la cota de los 3.000 m.s.n.m. hasta la cordillera de Apawa que está a los 3.650 m.s.n.m. siendo el cerro de Corralpungo el más alto de la zona a los 3.765 m.s.n.m.
- La superficie de esta zona está cubierta de tierra negra bastante impermeable y que por lo tanto mantiene la humedad que recibe. En los páramos la capa arable alcanza los 80 cm. Con pendiente de 25 a 50%; mientras que a los 3.000 m.s.n.m. la capa arable está entre los 25 y 30 cm., con pendiente que va desde 25% a 70%.
- Desde los 2.000 m.s.n.m. hasta los 3.000 m.s.n.m. corresponde a los límites de la región costa y sierra, donde los suelos están cubiertos de arbustos y bosques subtropicales, que aún no han sido explotados.
- Podemos mencionar, que existen cultivos de ciclo corto, en sitios cercanos de la Comunidad.
- En la zona alta, existen remanentes de Páramo Herbáceo y tipo de Pajonal, con la presencia de Chaparros, donde se observa la transición a Bosque Siempre Verde Montano Alto ¹⁴.

3.2.5.1.1 Ecología

El área de la parroquia Pilaló se halla ubicado en la cordillera occidental del callejón interandino, con altura que varía desde los 1600 m.s.n.m. hasta los 4.100 m.s.n.m. aproximadamente, dando origen a variadas formaciones ecológicas que basadas en el aporte de Leslie R. Holdridge, las zonas de vida se clasifican así:

Bosque Húmedo Montano Bajo (bh.MB) Ubicado entre los 1600 m.s.n.m. hasta los 1800 m.s.n.m. se presentan temperaturas entre 12° y 18° C; la configuración topográfica va de ondulada hasta fuertes pendientes y tiene una precipitación media anual de 1.000 a 2.000 m.m. a esta zona de vida corresponde la zona baja de la parroquia. Los suelos están cubiertos de vegetación subtropical. Es posible encontrar cultivos de maíz, arveja, haba, pastos, zambos ¹⁴.

Bosque Húmedo Montano (bh.M) Ubicado entre los 3.000 y 3.500 m.s.n.m. su precipitación anual va de 600 a 1.200 mm. Y la configuración topográfica es accidental. Se presentan temperaturas entre 6° y 12° C. todas las comunidades de la zona alta que comparten la cordillera de Apawa tiene esta zona de vida. Además en esta zona se encuentra asentada la mayor cantidad de población ¹⁴.

Los cultivos predominantes son: papas, melloco, oca, haba, cebolla y pastos.

Bosque Húmedo Sub Alpino (bh.SA). Comprendido entre los 3.500 y 4.100 m.s.n.m. con temperaturas que van de 3 a 6° C., produciéndose a veces nevadas, baja presión atmosférica, los suelos con gran capacidad de almacenamiento de agua. La precipitación anual llega los 2.000 mm. La superficie está cubierta de paja (páramo). A esta zona de vida pertenecen las zonas más altas de Apawa Centro y Corralpungo ¹⁴.

3.2.5.2. Fauna

La biodiversidad faunística del sector conforman una comunidad única y diversa donde también se aprecian adaptaciones a un ambiente extremo, las cuales se encuentra representada por grupos taxonómicos conocidos como:

Tabla N°22. Mamíferos.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Chucuri	<i>Mustela frenata</i>
Zorro	<i>Didelphys marsupialis</i>
Conejo	<i>Orictunalugus cuniculus</i>
Cuy	<i>Cobayo porcellus</i>
Llamas	<i>Llama glama</i>
Alpacas	<i>Lama pacas</i>
Bovinos	<i>Bos taurus</i>
Equinos	<i>Equis caballus</i>
Venado	<i>Odocoileus virginianus</i>

Fuente: Fauna del Ecuador, Edwin Pazelt 2009

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Tabla N° 23. Reptiles.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Lagartija de páramo	<i>Stenocercus guentheri</i>

Fuente: Estudio de campo, IEDECA 2009

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Tabla N° 24. Aves.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Mirlo	<i>Turdus serranas</i>
Perdiz	<i>Hoto procla perdicana</i>

Quilico	Falco sparverius
Gorrión	Zonothichina capensis
Tórtola	Zenaida auriculata
Gavilán	Buteo sp.
Curiquingue	Phalcoboenus carunculatus

Fuente: Fauna del Ecuador, Edwin Pazelt 2009

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Tabla N° 25. Anfibios.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Ranas marsupiales	Gastrotheca riobambae
Sapo	Atelopus sp.

Fuente: Estudio de campo, IEDECA 2009

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

Tabla N° 26. Insectos.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Arañas	Pholeus phalangioides
Mil pies de páramo	Diplópodo sp.
Saltamontes	Omoastus ventralis
Mariposas	Urania leilus
Moscas	Anopheles Sp.
Escarabajo	Necrophoras humator

Fuente: Fauna del Ecuador, Edwin Pazelt 2009

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

3.2.5.3. Flora

La biodiversidad se ha visto afectada de diversas maneras, con especies que han tenido que luchar contra una serie de condiciones extremas que han configurado una vegetación típica de esta zona de vida.

De la investigación se ha logrado clasificar e inventariar las siguientes especies:

Tabla N° 27. Flora.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Paja	<i>Stipa ichu</i>	Poaceae
Pajilla	<i>Calamagrostis</i> sp.	Poaceae
Borraja	<i>Borago officinalis</i>	Boraginácea
Alverjilla	<i>Pisum sativum</i>	Leguminosaceae
Orejuela	<i>Lachemilla</i> sp.	
Berros	<i>Rorippa bonariensis</i>	Brassicaceae
Ortiguilla	<i>Tragia nepetacifolia</i> Cav	Euphorbiaceae
Holco	<i>Holcus lanatus</i>	
Chicoria blanca	<i>Wemeria nubigena</i>	Brassicaceae
Allpa mortíño	<i>Pernettya próstata</i>	Ericaceae
Taruga sisa	<i>Halenia weddelliana</i> gilg	Gentianaceae
Nachak sisa	<i>Bides andicola</i>	Asteraceae
Sunfo	<i>Clinopodium nubigeum</i>	Lamiaceae
Chuquiragua	<i>Chuquiragua</i> spp	
Helecho	<i>Pteridium aquilinum</i> L.	Hipolepidaceae
Tumpusu	<i>Azorella pedunculata</i>	Apiaceae
Almohadilla de pantano	<i>Plantago rigida</i> <i>Distichia muscoides</i>	Plantaginaceae

Fuente: (Investigación de especies nativas de los Andes, BORJA, M 1992)

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

3.3. PLAN DE MANEJO

3.3.1. Problemática de los Recursos Naturales y Justificación

La comunidad de Apawa fue reconocida formalmente en 1940, aunque la Ley de Comunas es de 1937.

Los problemas sobre los páramos, quemas, linderos, manejo y uso de los recursos, caudal y distribución de riego, deterioro de los suelos, pastos y manejo de animales, semillas, etc., muestran la estrecha relación entre el proceso productivo y su medio ecológico.

El problema central es que la comunidad está física y productivamente asentada en el páramo (medio ecológico), sus cultivos se encuentran entre 2800 y 3800 metros y las zonas de páramo son la base alimentación y pastoreo de sus rebaños.

“Entonces, aunque el sistema de cultivo vertical de la comunidades andinas permitía el manejo de varios pisos ecológicos, entre ellos las zonas altas para el cultivo de la papa y el pastoreo de animales, ocupar los páramos también fue una estrategia importante para el resguardo de la hacienda y el Estado, y durante los procesos de reforma agraria y modernización del Estado, los páramos constituyeron el espacio al que fueron limitados los indígenas y con eso, en la medida en que la modernización del campo no logró mejorar las condiciones productivas y tampoco amplió los conocimientos de la población para mejorar sus fincas, estableció los límites y posibilidades de reproducción económica ⁵.”

Como en muchos sectores del país y la provincia, la mayor cantidad de pajonales han sido incorporados a la producción agropecuaria, debido al crecimiento demográfico y ante la ausencia de alternativas productivas en zonas bajas, y la cada vez más restringida oferta de trabajo en la zona, que permita la satisfacción de las necesidades básicas de las familias campesinas.

La Organización de Segundo Grado Pallamukuy, que es parte de la comunidad Apawa, y propietaria de una importante superficie de páramo, luego de realizar las plantaciones forestales cerca del pajonal, decidió protegerlo prohibiendo totalmente el pastoreo tanto en la zona de páramo como en la zona de plantación, a fin de que los pastores no causen quemaduras o daños en estos valiosos espacios.

Esta acción impulsada por iniciativa campesina ha venido permitiendo la recuperación del pajonal y mejoramiento de las condiciones ambientales del lugar, sin embargo se requiere fortalecerlas incorporando otras iniciativas de manejo sostenible, por ejemplo los árboles de pino que se encuentran en este ecosistema y junto a unas dos vertientes deben ser reemplazados urgentemente por especies menos degradativas, como es el caso de las especies nativas.

A la degradación de los recursos naturales se suman los bajos ingresos económicos de las familias campesinas, básicamente por un proceso de comercialización injusto de sus productos y la nula actividad de agregar valor a los productos agropecuarios y forestales.

En resumen, los diferentes segmentos de la población de la Comunidad Apawa reconocen al pajonal, agua, biodiversidad y suelo entre los más importantes recursos naturales que ameritan ser tratados en forma urgente, por tal motivo su preocupación es contar con el presente plan de manejo, el mismo que recoge los intereses de la comunidad y las recomendaciones técnicas para mejorar sus sistemas de producción y conservar los mencionados recursos.

3.3.2. Metodología Utilizada

La propuesta de manejo procura el uso sostenible de los recursos naturales de la comunidad, con énfasis en la conservación del páramo y vertientes de agua, más la incorporación de acciones no degradativas que se pueden desarrollar tanto en el terreno comunal de la Organización de Segundo Grado Pallamukuy como a nivel de predios

familiares, incluyendo la reforestación en áreas degradadas y fortalecimiento de las capacidades locales, mediante la capacitación sostenida a todos los niveles de la organización.

En el proceso de elaboración del presente plan de manejo ha sido fundamental el involucramiento y participación de los distintos niveles de la comunidad (niños/as, hombres y mujeres adultos, ancianos/as y dirigentes campesinos).

Para lograr este objetivo, varias fueron las acciones emprendidas previamente con los campesinos, entre las que se destacan: recorridos de campo, elaboración de mapas de situación actual y zonificación de las áreas susceptibles de manejo, reuniones con población comunitaria recogiendo opiniones y percepciones sobre la problemática de los recursos naturales y acciones que se desearían implementar con fines de manejo sostenible.

La aplicación de la presente propuesta será una tarea permanente, creativa, donde se involucren a las 250 familias de la comunidad, usuarios del agua y entidades como: ONGs y GADs locales, quienes deben apoyar con mayor decisión en proyectos ambientales, particularmente en el manejo del páramo, que es una de las áreas estratégicas donde se genera el recurso hídrico, líquido vital para todos los habitantes.

3.3.3. Objetivos

3.3.3.1. Objetivo General

Contribuir significativamente al manejo sostenido del páramo de la Organización de Segundo Grado Pallamukuy y propiedades familiares de la comunidad de Apawa, mediante la incorporación de acciones no degradativas en los sistemas de producción, más la protección de vertientes y reforestación de áreas degradadas.

3.3.3.2. Objetivos Específicos

1. Fortalecer las capacidades locales en materia de manejo y uso sostenible de los recursos naturales de la comunidad Apawa, con énfasis en el manejo de páramos, recursos hídricos y desarrollo de ecoturismo sostenible, involucrando a todos los niveles de la población beneficiaria.
2. Aplicar las diferentes acciones orientadas al manejo y conservación de los recursos naturales, en atención a las demandas campesinas y urgencia del tratamiento a la problemática detectada en la comunidad.
3. Mantener un adecuado cuidado y manejo desde las vertientes localizadas en la zona alta, del recurso agua, para el consumo humano.

3.3.4. Zonificación / Ordenamiento de la Comunidad

En base a recorridos de campo y mediante georeferenciación se realizó la delimitación de las cuatro vertientes, lo que determinó el área de estudio con perspectivas de protección y manejo, con la participación de dirigentes y habitantes de la comunidad de Apawa.

Del total de 6583 Ha que es la superficie de la comunidad, el área determinada de 400 hectáreas corresponden a Zona de protección permanente (páramo y vertientes, en la zona alta), dicha zonificación se presenta en el Mapa de Cobertura Vegetal y Uso del Suelo, áreas a ser conservadas por la Comunidad (Anexo 15).

3.3.5. Acciones a Desarrollar

Las diferentes acciones que se proponen desarrollar en el presente plan de manejo recogen las propuestas e intereses de las familias de la comunidad de Apawa, (incluida la Organización de Segundo Grado Pallamukuy), que fueron analizadas tanto en los recorridos de campo como en las reuniones realizadas con la comunidad y con la

Organización de Mujeres Pakarimuy. Estas necesidades son alimentadas con sugerencias por parte de los técnicos del GPC, cuyas propuestas se describen a continuación:

3.3.5.1. Plan de Fortalecimiento de Desarrollo Comunitario

Este plan deberá ser impulsado mediante talleres y jornadas de capacitación permanentes sobre diferentes temas de la conservación de páramos, a los distintos niveles de la población como: escolares, estudiantes, profesores, dirigentes, líderes y la comunidad en general, quienes con el conocimiento adquirido se conviertan en una base social fuerte, capaz de manejar y apoyar en la gestión sostenible de sus recursos naturales.

Para que esto ocurra será importante que la población y especialmente su dirigencia se mantenga participando en espacios organizativos como: el MICC, el Foro de los recursos hídricos, el Comité Ambiental Provincial, donde actualmente se encuentran debatiendo y analizando esta temática mediante capacitaciones orientadas al manejo sostenible del páramo.

Tabla N° 28. Presupuesto Referencial del Plan de Fortalecimiento.

Descripción	*Cantidad	V. unitario (USD)	V. total (USD)
CAPACITACIONES			
Materiales y Logística	global	-	300,00
Junta de agua de riego	5	30,00	150,00
Organización Pallamukuy	5	30,00	150,00
Organización de Mujeres Pakarimuy	3	30,00	90,00
GIRAS DE OBSERVACIÓN			
Materiales y Logística	global	-	200,00

Junta de agua de riego	1	200,00	200,00
Organización Pallamukuy	1	200,00	200,00
Organización de Mujeres Pakarimuy	1	200,00	200,00
		TOTAL	1490,00

*El número de capacitaciones estará en dependencia de los temas de interés de la comunidad.

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

3.3.5.2. Plan de Cuidado y Manejo del Pajonal

Las principales preocupaciones de las familias de la comunidad, particularmente de la Organización de Segundo Grado Pallamukuy es mantener el páramo que disponen en la zona alta, donde se encuentran las cuatro vertientes que alimentan el sistema de agua de consumo humano, toda vez que están conscientes que cuidar el páramo es garantizar la permanencia de este líquido vital.

Con este propósito, se plantea seguir conservando el pajonal en forma definitiva, no permitiendo el cambio de uso del suelo ni provocando quemas, para lo cual se respaldarán en los acuerdos y reglamentos establecidos al interior de la Organización, los mismos que deben ser revisados, consensuados, ajustados y evaluados periódicamente por sus integrantes.

Respecto al manejo de la cobertura vegetal, es muy acertada la práctica de cortes de paja que realiza la Organización, atendiendo necesidades (básicamente para la construcción de chozas) tanto de sus miembros como de comunidades vecinas, acción que es decidida en asamblea y bajo estrictas normas de control a cargo de la directiva. Esta iniciativa de manejo debe ser planificada, a fin de que dicha actividad se realice en forma organizada, lo cual facilitará una mejor regeneración del pajonal.

Las experiencias de este manejo deben ser sistematizadas y compartidas a otras comunidades del cantón y la provincia.

Tabla N° 29. Presupuesto Referencial para la Reglamentación del Cuidado y Manejo del Pajonal.

Descripción	*Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
Talleres para elaboración de acuerdos y reglamentos dentro de la Organización.	3	100,00	300,00

* El número de talleres estará en dependencia del interés de la comunidad

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

3.3.5.3. Plan De Cerramiento en Áreas de Vertientes

Esta actividad se torna prioritaria dada la necesidad de proteger las fuentes de generación del agua; por una parte para evitar la contaminación biológica y química producido tanto por los animales que pastorean en el sector y por otra razón, para facilitar la recuperación de la vegetación nativa, principalmente la paja, almohadillas, micro y macro flora en general, que en conjunto conforman la esponja natural de recepción del agua y regulación del ciclo hidrológico.

Por tal motivo, el cerramiento con postes de hormigón y alambre de púas puede ser lo más indicado para garantizar la permanencia de la protección, lo cual implica contar con 39 rollos de 500 mts cada uno de alambre de púas y 1600 postes, con los cuales se logrará proteger eficazmente 8 hectáreas propuestas al contorno de ocho vertientes y quebradas. Cabe indicar que los postes se colocarán a un distanciamiento de 3 metros, y el alambre se extenderá en cinco filas a lo largo y ancho de las áreas a protegerse. Para la adquisición de estos materiales se requiere el apoyo externo de instituciones o proyectos, mientras que para la construcción del cerramiento se cuenta con la mano de obra comunitaria que está dispuesta a asumir el trabajo, mediante mingas.

Tabla N° 30. Presupuesto Referencial del Plan de cerramiento de las fuentes de agua.

Fuentes hídricas a proteger: 8 vertientes				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor total (USD)
Materiales y logística	-	global	-	500,00
Postes de cemento	postes	1600	7,00	11200,00
Alambre de púas de 500mts	rollos	39	58,00	2262,00
Puertas metálicas	puerta	8	136,00	1088,00
			TOTAL	*14500,00

*Presupuesto financiado por el Gobierno Provincial de Cotopaxi

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

3.3.5.4. Plan de Protección Biológica de Vertientes y Quebradas

Otra de las preocupaciones de la comunidad es cuidar y proteger las vertientes y quebradas principales del sector, con el propósito fundamental de mantener la cantidad y calidad del agua existente, mismas que tienen la connotación de “**sitios sagrados**”. Al igual que en otras comunidades apoyadas por ONGs, esta actividad se plantea realizar al interior de las mismas superficies que serán protegidas con cerramientos utilizando plantas forestales nativas, en determinados sitios de las quebradas ubicadas a los costados de la carretera principal. La acción propuesta consiste en sembrar plantas forestales nativas, de preferencia aquellas que son lanuginosas (vellosidad en el envés de las hojas), como son las especies de *Polylepis*, higuerón; a fin de que las hojas atrapen la humedad ambiental (nubes) que circulan con la dirección del viento, y consecuentemente alimente a los manantiales del sector.

El sistema de plantación recomendado es tipo bosque o macizo con especies nativas, distanciamiento 3x3 metros entre plantas e hileras, formando tres bolillos.

Tabla N° 31. Presupuesto Referencial del plan de protección biológica de vertientes y quebradas.

FORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN				
Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Unitario (USD)	Valor total (USD)
Estudio técnico	2	técnicos	400,00	800,00
Materiales y logística	global	-	-	600,00
Plantas nativas				
Yagual	2000	Plantas	0,20	400,00
Quishuar	2000	Plantas	0,20	400,00
Transporte	3	Vehículo	50,00	150,00
Mano de obra	global			500,00
			total	2850,00

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

3.3.5.5. Plan de Desarrollo del Ecoturismo Sostenible

El plan de manejo eco turístico debe integrar las variables físicas, biológicas, históricas, socioeconómicas, culturales y ambientales de la comunidad, con la finalidad de planificar un desarrollo sostenible del turismo ecológico. Para lo cual se requiere de las siguientes variables:

- ***Aspectos Físicos***

Consiste en localizar y delimitar el área de estudio con fines de ecoturismo, determinando sus características geológicas, geomorfológicas, hidrográficas, climáticas, zonas de vida, grado de fragilidad, edafología, impactos del páramo.

– ***Inventario***

Los recursos o atractivos ecoturísticos constituyen una parte fundamental del un plan de manejo del páramo por lo que en el inventario debe constar la localización cartográfica y definir sus características intrínsecas y extrínsecas, así como su grado de fragilidad y el acceso.

Otra finalidad importante del inventario es la de jerarquizar los atractivos turísticos, además de establecer: la periodicidad y volumen de visitantes dada su fragilidad.

– ***Zonificación***

En el páramo de la comunidad de Apawa, no se han tomado en cuenta actividades de manejo ecoturístico, por lo que es de prioridad definir una zonificación que sea compatible con la carga turística para la conservación del páramo.

– ***Planificación y diseño de senderos***

Los trazados a recorrer deberán ser diseñados por la comunidad con la guía de un técnico, los mismos que determinarán la planificación y el diseño de los senderos. Un requisito importante en esta etapa es que el sendero para ecoturismo debe ser circular (se debe regresar por un lugar diferente al de salida) y el tiempo del recorrido no debe exceder las dos horas.

– ***Definir el Modelo de Capacidad de Carga***

Permite establecer cuál es el número de visitantes que el páramo de la comunidad de Apawa puede soportar simultáneamente; la zona de uso público, en especial los senderos.

De ahí que la aplicación de un modelo de capacidad de carga es fundamental para evitar los impactos generados por los visitantes, determinando la siguiente variable:

- Límites Aceptables de Carga (LAC): se planteará la realización de los límites de capacidad de carga en el páramo de la comunidad de Apawa.

– ***Estudio de Impacto Ambiental (Monitoreo)***

La elaboración y aplicación de un modelo que mida los efectos ambientales generados por los turistas es fundamental para un plan de manejo y mantenimiento del páramo.

Los impactos que produce el visitante en las áreas de conservación se circunscriben a las zonas de uso público, manifestándose en la flora, fauna, erosión de senderos y cualquier otra perturbación, originada sobre el medio ambiente.

– ***Infraestructuras de Servicio y Planta Ecoturística***

Las facilidades físicas juegan un papel importante en el desarrollo del ecoturismo, por lo cual se considera establecer cabañas de descanso con materia prima de la zona y alimentación con empleo de la carne de los camélidos (alpacas) por su alto valor nutritivo y con productos alimenticios propios de la zona.

– ***Plan de Mercadeo Ecoturístico***

Este deberá enmarcarse dentro de la concepción de mercadeo sostenible, donde uno de los elementos fundamentales sea la satisfacción del consumidor, utilizando los recursos naturales propios de la zona.

– ***Regulaciones***

La comunidad de Apawa tendrá como finalidad establecer controles a todas las actividades y al personal involucrado en el ecoturismo, conociendo que sin regulaciones efectivas no es posible el desarrollo de ningún proyecto ecoturístico, y por ende, no es factible hablar de desarrollo sostenible.

Tabla N° 32. Presupuesto Referencial del plan de desarrollo de ecoturismo sostenible.

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Total (USD)
Contratar los servicios para el diseño de cabañas y senderos	global	global	1.000,00
Mingas para la plantación de especies forestales nativas en senderos	-	-	500,00
Mingas para el corte de pajonal (cubierta de chozas)	-	Global	500,00
Materiales de construcción propios de la zona	global	3 chozas	1.000,00
		Total	3.000,00

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

3.3.6. Requerimientos y Responsabilidades

Es importante señalar que para la ejecución del presente plan de acción los requerimientos de apoyo, básicamente tienen que ver con: recursos humanos, insumos y materiales que no existen en la comunidad, como por ejemplo: Asesoramiento técnico, créditos, capacitación, postes de hormigón y alambres. Sin embargo se resaltan las actividades de conservación que los campesinos podrían asumir con sus propias capacidades, como: Reuniones, organización de mingas para los distintos trabajos,

cuidados del páramo y vertientes, y no reducir más el ecosistema páramo, entre sus principales contribuciones.

Sin embargo de que en el presente plan de manejo se visualizan los costos, es necesario enfatizar que el aporte de la comunidad en el cuidado y protección del páramo es invaluable, porque contribuyen a la prolongación de la vida, responsabilidad que debe ser compartida colectivamente entre social civil e instituciones públicas y privadas.

3.3.7. Actualización del Plan de Manejo

El presente plan de manejo de ninguna manera pretende ser la última palabra, por el contrario siempre será perfectible, en tanto se vaya actualizando las perspectivas que los comuneros vayan desarrollando en el futuro, sin embargo pensamos que las propuestas que se realizan son totalmente posibles de llevar adelante, donde la participación campesina es una condición y obligación moral en tanto que la intervención de las entidades de apoyo es una responsabilidad social y económica que se complementa para la ejecución del plan de manejo con éxito.

En todo caso la población local debe saber que si ellos no asumen la responsabilidad histórica de realizar un manejo sostenido del páramo respetando a la naturaleza, nos enfrentaremos a una debacle económica social, ambiental y cultural, y esto se debe valorar con absoluta claridad y seguros estamos que con este conocimiento no habrá dudas sobre las posibilidades reales de aplicar este plan de manejo, en base a la gestión que la comunidad realice permanentemente ante las instituciones públicas y privadas.

Este plan de manejo debe ser considerado una guía y herramienta de trabajo en un tiempo no mayor a cinco años, el cual debe ser ajustado periódicamente con los beneficiarios, en función de alcanzar los objetivos y del cumplimiento de actividades planificadas, así como de las expectativas locales para el mantenimiento de los recursos hídricos base del agua para consumo humano.

Tabla N° 33. Presupuesto general del la propuesta del Plan de Manejo Ambiental.

N°	CARACTERIZACIÓN DEL PLAN	COSTO DE EJECUCIÓN (USD)
1	Plan de Fortalecimiento de Desarrollo Comunitario	1. 490,00
2	Plan para la Reglamentación del Cuidado y Manejo del Pajonal	300,00
3	Plan de Cerramiento de las fuentes de agua	14.500,00
4	Plan de protección biológica de vertientes y quebradas	2 .850,00
5	Plan de desarrollo de ecoturismo sostenible	3.000,00
OPERACIONALIDAD		
	Sub total	22.140,00
	Imprevistos 10 %	2.214,00
	Total	24.354,00

Elaborado por: Amores Gabriela 2012

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- En general, desde el punto de vista del agua para consumo humano (determinado por el índice ICA), la calidad de agua de los puntos de estudio, es buena, en base a los resultados obtenidos aplicando el WQI.
- De los análisis realizados y comparados con la Norma INEN 1108 de Agua Potable y la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente), Anexo 1, tabla 2; se concluye que el agua está dentro de los límites permisibles.
- Para el parámetro de DBO, se establece que los niveles son altos en función a la presencia de un alto número de microorganismos aerobios descomponedores, y por ende de una gran cantidad de materia orgánica ingresando en esas aguas, pero que no repercuten de gran manera para el consumo humano.
- En lo referente al diagnóstico realizado en el páramo de la Comunidad de Apawa, se determina que es un ecosistema estratégico para la producción hídrica que abastece de agua para consumo humano y regadío a las comunidades del sector.
- En el Plan de Manejo, se formula propuestas, que presentan alternativas de manejo que pueden ser ejecutadas por los propios socios y financiado por entidades gubernamentales y no gubernamentales que trabajan en beneficio del Medio Ambiente.
- El turismo sostenible, es un ingreso económico que pueden tener las comunidades, pero siempre y cuando sea de una manera planificada.

- El nivel de conciencia ambiental en la Organización de Mujeres Pakarimuy, ha permitido que en la comunidad exista el compromiso de normar y regular las actividades relacionadas con el páramo.

RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados es necesaria la implementación de nuevas investigaciones para que el DBO5 sea obtenido en base a las condiciones geográficas de la zona, pues existen diferencias geográficas y climatológicas que dan variabilidades a las características del agua; y que algunos estándares nacionales, parecen no tomar en cuenta estas diferencias, porque se basan en la legislación actual que es la que disponemos.
Sin embargo los resultados obtenidos en esta investigación, comparados con las normas nacionales se los considera válidos.
- Mantener las condiciones de oferta hídrica a través de la ejecución de la presente propuesta de plan de manejo ambiental.
- Implementar el Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable de Apawa, considerado importante para que la comunidad lo conozca y lo aplique.
- Apoyar los vínculos entre comunidades y ONGs, e Instituciones de Educación y proporcionar servicios de extensión en el manejo del recurso páramo.
- Que la comunidad gestione para que las Instituciones Gubernamentales y no Gubernamentales creen un fondo para la conservación y protección de los páramos.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR, M., CHONTASI, R., MEDINA, G., MENA, P. 2000. El Ecosistema Páramo y su conservación. Manejo de Páramos y Zonas de Altura, IEDECA – CAMAREN, Quito- Ecuador.
2. BERNAL, F., SÁNCHEZ, O., ZAPATTA A. 2000. Manejo de Páramos y Zonas de Altura. CAMAREN-IEDECA. Quito.
3. DEUTCH W., DUNCAN B. Y S. RUIZ. 2001. Manual de certificación básica, monitoreo de calidad de agua. Centro Internacional de Acuicultura y Ambientes acuáticos, Universidad de Auburn. Alabama – Estados Unidos.
4. EGUIGUREN P. Y T. OJEDA (2009) Línea base para el monitoreo a largo plazo del impacto del cambio climático, sobre la diversidad florística en una zona piloto del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus. Tesis de grada previa a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad National de Loja. Loja – Ecuador. 101 p.
5. HERRERA STALIN, 2010, Las mujeres de apahua y su entorno, IEE, Quito - Ecuador.

6. HOFSTEDE R; P SEGARRA Y P MENA (2003) Los páramos del mundo. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia. Quito - Ecuador.
7. INFORME TÉCNICO PARA CONCESIÓN DEL PRE DIRECTORIO DE AGUA Apahua, 2002.
8. LÓPEZ M. 2002. Manual de Muestreo Monitoreo Limnológico de Lagos, Monitoreo de Calidad de aguas de fuentes, Monitoreo de la contaminación en ríos. EMAPP-Q. Quito-Ecuador.
9. MANUAL PARA MUESTREO DE AGUAS Y SEDIMENTOS. Dirección de Medio Ambiente de Distrito Metropolitano de Quito. (Recopilación bibliográfica): Edición Especial; Quito, 1998. (420p)
10. MENA V; P MEDINA Y R HOFSTEDE (2001) Los páramos del Ecuador. Particularidades, Problemas y Perspectivas. Abya Yala/Proyecto Páramo Quito. 219-225 pp
11. MUENALA R., SUÁREZ R., FREIRE E. Plan de manejo de la comunidad de Chaluapamba. Saquisilí, CESA-CODESOCP, 12 mayo del 2004.
12. ORTIZ D Y P MENA (2002) Serie Páramo 10: Las áreas protegidas y los páramos. Eds. GTP/Abya Yala. Quito.

13. PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL BUEN VIVIR INTERCULTURAL DE COTOPAXI 2011-2021. Diseño Gráfico impresión trama. CONSEJO PROVINCIAL. 2011
14. PLAN DE DESARROLLO PARROQUIAL DE LA PARROQUIA PILALÓ, CANTÓN PUJÍ, PROVINCIA COTOPAXI, 2006. (34p)
15. ROJAS OSCAR 2006, Manual Básico para medir caudales, Quito – Ecuador.
16. SIERRA R (1999) Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Ecociencia. Quito, Ec. 107-108 pp.
17. VALENCIA R; C CERÓN; W PALACIOS Y SIERRA R (1999) Formaciones Vegetales de la Sierra del Ecuador. *En*: Sierra R. (Ed.) (1999) Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ec.

NORMAS Y LEYES

- Constitución de la República del Ecuador.
- Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. (TULAS). Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006. Agua Potable.

LINKOGRAFÍA

- a. INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA. Consultado el 10 de diciembre de 2010. (Disponible: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_10/recursos/general/pag_contenido/libros/06082010/icatest_capitulo2.pdf)
- b. CAPACITACIÓN PARA EL PROGRAMA DE MONITOREO PARTICIPATIVO DEL AGUA EN LA CUENCA DEL PASTAZA. Consultado el 5 de diciembre 2010. (Disponible en <http://www.fundaciónnatura./cuencadelPastazadocumentation./cc-2010/010047425.pdf>)
- c. MANUAL DE CAPACITACIÓN A JASS. Consultado el 19 de diciembre 2010. (Disponible en <http://apramat.iespana.es/MANEJO%20DE%20AGUAS/MICROCUENCA%20Y%20AGUA.pdf>)
- d. LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL MUESTREO BACTERIOLÓGICO EN SISTEMAS FORMALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Consultado el 20 de diciembre 2010. (Disponible en <http://www.cofepris.gob.mx/work/sites/cfp/resources/LocalContent/1947/1/LINEAMIENTOS2010.pdf>)

- e. THE MOUNTAIN INSTITUTE (2008). ECOSISTEMAS DE PÁRAMO ANDINO. Consultado el 12 de diciembre 2011. (Disponible en: www.mountain.org/work/andes/paramo)
- f. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA. Consultado el 8 de enero 2011. (Disponible en <http://portal.aerocivil.gov.co/portal/pls/portal/docs/1/2773752.PDF>)
- g. RED DE MONITOREO COMUNITARIO DEL AGUA DE LA CUENCA DEL RÍO PIXQUIAC. Consultado el 20 de enero 2011. (Disponible en <http://gwww.auburn.edu/Mexico/Docs/Pixquiac08May.pdf>)
- h. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUAS. Consultado el 26 de diciembre 2011. (Disponible en <http://www.microinmuno.qb.fcen.uba.ar/SeminarioAguas.htm>)
- i. ANÁLISIS DE AGUAS POTABLES Y RESIDUALES. Consultado el 12 de febrero 2012. (Disponible en www.unav.es/quimicayedafologia/csanta/al/aguas.pdf)
- j. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO. Consultado el 20 de diciembre 2011. (Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Demanda_qu%C3%ADmica_de_ox%C3%ADgeno)

- k. TOMA Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS. Consultado el 3 de noviembre 2011. (Disponible en http://drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Tomademuestras.htm)
- l. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO. Consultado el 20 marzo 2012. (Disponible en <http://dbouceva.wordpress.com/marco-teorico/>)
- m. EL HIERRO EN AGUA POTABLE. Consultado el 10 de octubre 2011. (Disponible en <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/fe.htm>)

ANEXOS

ANEXO 1. Mapa de ubicación de los sitios de estudio.

ANEXO 2. Resultados de los análisis físico-químico y microbiológico del punto 1.



WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.

Planta Industrial: Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf. 3678 269

LABORATORIO DE AGUAS

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcRS-011-006

TRATAMIENTOS DE AGUAS INDUSTRIALES
FLOCULANTES - COAGULANTES
PLANTAS POTABILIZADORAS
REMEDIACION AMBIENTAL
ABSORCION DE CRUDOS
REACTIVOS QUIMICOS
CARBON ACTIVADO
GRAVA SILISICA
BARITINA
BOMBAS

LOCALIZACIÓN: Comunidad Apahua
ATENCION: Srta. Gabriela Amores
FECHA DE MUESTREO: 05/01/2012
FECHA DE REPORTE: 07/01/2012
IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: M1: Punto 1 Captación del sector Cruz Cucho

ANALISIS FISICO-QUIMICO			NORMA INEN 1 108	
PARAMETRO	UNIDADES	Muestra 1	LIMITE DESEABLE	LIMITE MAX. DISPONIBLE
pH	.....	7,47	7 - 8,5	6,5 - 9,5
Conductividad	µS/cm	54	**	**
Turbidez	FTU	0,8	5,0	20,0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO3	25,02	**	**
Fosfatos (PO4)	mg/L	3,21	**	**
Nitratos (NO3)	mg/L	1,1	10	40,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	28	500	1000,0
Dureza Total	mg/L como CaCO3	5,00	120,0	300,0
Hierro (Fe+++)	mg/L	0,31	0,2	0,8
DQO	mg/L	28	250,0	**
DBO 5	mg/L	12	100,0	**
Oxígeno disuelto	mg/L	5,3	**	**

** = No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS AGUA POTABLE.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
PARÁMETRO	UNIDADES	Muestra 1
Coliformes Totales	ufc/mL	13
Coliformes Fecales	ufc/mL	0

Responsable de Laboratorio: Tlgo. Edgar Moromenacho

COMENTARIO: el análisis fisicoquímico indica que la calidad del agua M1 está dentro de los parámetros establecidos. El análisis microbiológico, indica que el agua requiere ser sometida a un proceso adecuado de desinfección previo a su consumo según lo establece la norma INEN 1108, puesto que existe presencia de coliformes totales, mismos que deberían ser cercanos a cero.

Atentamente:
Ing. Vinicio Pasaca
Asesor Técnico

WASCORP S.A.

ANEXO 3. Resultados de los análisis físico-químico y microbiológico del punto 2.



WASCORP S.A. WATER SERVICE CORPORATION S.A.

Planta Industrial: Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf. 3678 269

LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTOS DE AGUAS INDUSTRIALES
FLOCULANTES - COAGULANTES
PLANTAS POTABILIZADORAS
REMEDIACION AMBIENTAL
ABSORCION DE CRUDOS
REACTIVOS QUIMICOS
CARBON ACTIVADO
GRAVA SILISICA
BARITINA
BOMBAS

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcRS-011-007

LOCALIZACIÓN: Comunidad Apahua
ATENCION: Srta. Gabriela Amores
FECHA DE MUESTREO: 05/01/2012
FECHA DE REPORTE: 07/01/2012
IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: M1: Punto 2 Captación Mula Rumicuchi

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO			NORMA INEN 1108	
PARAMETRO	UNIDADES	Muestra 1	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MÁX. DISPONIBLE
pH	.....	7,59	7 - 8,5	6,5 - 9,5
Conductividad	µS/cm	61	**	**
Turbidez	FTU	0,6	5,0	20,0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO ₃	40,032	**	**
Fosfatos (PO ₄)	mg/L	8,66	**	**
Nitratos (NO ₃)	mg/L	1,4	10	40,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	30	500	1000,0
Dureza Total	mg/L como CaCO ₃	10,01	120,0	300,0
Hierro (Fe+++)	mg/L	0,19	0,2	0,8
DQO	mg/L	19	250,0	**
DBO 5	mg/L	9	100,0	**
Oxígeno disuelto	mg/L	4	**	**

** = No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS AGUA POTABLE.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
PARÁMETRO	UNIDADES	Muestra 1
Coliformes Totales	ufc/mL	10
Coliformes Fecales	ufc/mL	0

Responsable de Laboratorio: Tigo. Edgar Moromenacho

COMENTARIO: el análisis físicoquímico indica que la calidad del agua M1 está dentro de los parámetros establecidos. El análisis microbiológico, indica que el agua requiere ser sometida a un proceso adecuado de desinfección previo a su consumo según lo establece la norma INEN 1108, puesto que existe presencia de coliformes totales, mismos que deberían ser cercanos a cero.

Atentamente:
Ing. Vinicio Pasaca
Asesor Técnico

WASCORP S.A.

ANEXO 4. Resultados de los análisis físico-químico y microbiológico del punto 3.



WASCORP S.A. WATER SERVICE CORPORATION S.A.

Planta Industrial: Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf. 3678 289
LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTOS DE AGUAS INDUSTRIALES
FLOCULANTES - COAGULANTES
PLANTAS POTABILIZADORAS
REMEDIACION AMBIENTAL
ABSORCION DE CRUDOS
REACTIVOS QUIMICOS
CARBON ACTIVADO
GRAVA SILISICA
BARITINA
BOMBAS

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcRS-011-008

LOCALIZACIÓN: Comunidad Apahua
ATENCIÓN: Srta. Gabriela Amores
FECHA DE MUESTREO: 05/01/2012
FECHA DE REPORTE: 07/01/2012
IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: M1: Punto 3 Captación CASCA

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO			NORMA INEN 1 108	
PARAMETRO	UNIDADES	Muestra 1	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MÁX. DISPONIBLE
pH	.....	7,60	7 - 8,5	6,5 - 9,5
Conductividad	µS/cm	61	**	**
Turbidez	FTU	0,52	5,0	20,0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO ₃	40,03	**	**
Fosfatos (PO ₄)	mg/L	5,6	**	**
Nitratos (NO ₃)	mg/L	2,4	10	40,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	30	500	1000,0
Dureza Total	mg/L como CaCO ₃	5,00	120,0	300,0
Hierro (Fe ⁺⁺⁺)	mg/L	0,11	0,2	0,8
DQO	mg/L	19	250,0	**
DBO 5	mg/L	8	100,0	**
Oxígeno disuelto	mg/L	4,5	**	**

** = No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS AGUA POTABLE.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
PARÁMETRO	UNIDADES	Muestra 1
Coliformes Totales	ufc/mL	14
Coliformes Fecales	ufc/mL	0

Responsable de Laboratorio: Tigo. Edgar Moromenacho

COMENTARIO: el análisis físico-químico indica que la calidad del agua M1 está dentro de los parámetros establecidos. El análisis microbiológico, indica que el agua requiere ser sometida a un proceso adecuado de desinfección previo a su consumo según lo establece la norma INEN 1108, puesto que existe presencia de coliformes totales, mismos que deberían ser cercanos a cero.

Atentamente:
Ing. Vinicio Pasaca
Asesor Técnico

WASCORP S.A.

ANEXO 5. Resultados de los análisis físico-químico y microbiológico del punto 4.



WASCORP S.A. WATER SERVICE CORPORATION S.A. LABORATORIO DE AGUAS

Planta Industrial: Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf. 3678 269

TRATAMIENTOS DE AGUAS INDUSTRIALES
FLOCULANTES - COAGULANTES
PLANTAS POTABILIZADORAS
REMEDIACION AMBIENTAL
ABSORCION DE CRUDOS
REACTIVOS QUIMICOS
CARBON ACTIVADO
GRAVA SILISICA
BARITINA
BOMBAS

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WCRS-011-009

LOCALIZACIÓN: Comunidad Apahua
ATENCION: Srta. Gabriela Amores
FECHA DE MUESTREO: 05/01/2012
FECHA DE REPORTE: 07/01/2012
IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: M1: Punto 4 Captación Quinsacocha

ANALISIS FISICO-QUIMICO		NORMA INEN 1108		
PARAMETRO	UNIDADES	Muestra 1	LMITE DESEABLE	LMITE MAX. DISPONIBLE
pH	.....	7,60	7 - 8,5	6,5 - 9,5
Conductividad	µS/cm	92	**	**
Turbidez	FTU	0,41	5,0	20,0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO ₃	60,05	**	**
Fosfatos (PO ₄)	mg/L	9,8	**	**
Nitratos (NO ₃)	mg/L	1,9	10	40,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	46	500	1000,0
Dureza Total	mg/L como CaCO ₃	15,01	120,0	300,0
Hierro (Fe+++)	mg/L	0,05	0,2	0,8
DQO	mg/L	5	250,0	**
DBO 5	mg/L	2	100,0	**
Oxígeno disuelto	mg/L	3,7	**	**

** = No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS AGUA POTABLE.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
PARÁMETRO	UNIDADES	Muestra 1
Coliformes Totales	ufc/mL	5
Coliformes Fecales	ufc/mL	0


Responsable de Laboratorio: Tlgo. Edgar Moromenacho

COMENTARIO: el análisis fisicoquímico indica que la calidad del agua M1 está dentro de los parámetros establecidos. El análisis microbiológico, indica que el agua requiere ser sometida a un proceso adecuado de desinfección previo a su consumo según lo establece la norma INEN 1108, puesto que existe presencia de coliformes totales, mismos que deberían ser cercanos a cero.

Atentamente:
Ing. Vinicio Pasaca
Asesor Técnico

WASCORP S.A.

ANEXO 6. Resultados de los análisis físico-químico y microbiológico del punto 5.



WASCORP S.A.
WATER SERVICE CORPORATION S.A.
 Planta Industrial: Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf: 3678 269

TRATAMIENTOS DE AGUAS INDUSTRIALES
 FLOCULANTES - COAGULANTES
 PLANTAS POTABILIZADORAS
 REMEDIACION AMBIENTAL
 ABSORCION DE CRUDOS
 REACTIVOS QUIMICOS
 CARBON ACTIVADO
 GRAVA SILISICA
 BARITINA
 BOMBAS

LABORATORIO DE AGUAS

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WCRS-011-010

LOCALIZACIÓN:

ATENCION:

FECHA DE MUESTREO:

FECHA DE REPORTE:

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS:

Comunidad Apahua

Srta. Gabriela Amores

05/01/2012

07/01/2012

M1: Punto 5 Captación Tanque de agua de donde se distribuye a la comunidad

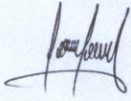
ANALISIS FISICO-QUIMICO			NORMA INEN 1 108	
PARAMETRO	UNIDADES	Muestra 1	LIMITE DESEABLE	LIMITE MAX. DISPONIBLE
pH	.....	7,60	7 - 8,5	6,5 - 9,5
Conductividad	µS/cm	59	**	**
Turbidez	FTU	0,38	5,0	20,0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO3	30,02	**	**
Fosfatos (PO4)	mg/L	4,9	**	**
Nitratos (NO3)	mg/L	1,8	10	40,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	30	500	1000,0
Dureza Total	mg/L como CaCO3	10,01	120,0	300,0
Hierro (Fe+++)	mg/L	0,21	0,2	0,8
DQO	mg/L	8	250,0	**
DBO 5	mg/L	5	100,0	**
Oxígeno disuelto	mg/L	4,3	**	**

** = No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS AGUA POTABLE.


ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
PARÁMETRO	UNIDADES	Muestra 1
Coliformes Totales	ufc/mL	12
Coliformes Fecales	ufc/mL	0

Responsable de Laboratorio: Tigo. Edgar Moromenacho

COMENTARIO: el análisis físicoquímico indica que la calidad del agua M1 está dentro de los parámetros establecidos. El análisis microbiológico, indica que el agua requiere ser sometida a un proceso adecuado de desinfección previo a su consumo según lo establece la norma INEN 1108, puesto que existe presencia de coliformes totales, mismos que deberían ser cercanos a cero.



Atentamente:
 Ing. Vinicio Pasaca
 Asesor Técnico



Dirección: Sangolquí calle H lote # 6 y calle 24 de Enero Sector El Manantial Telf. 2333-892
 Planta Industrial: Quito, Panamericana Sur Sector Cutuglagua, Santa Isabel calle B # 35
 Telfs.: 2317-319 / 2318373 / 096392643 E-mail: wascorp@punto.net.ec / wascorp@andinanet.net

ANEXO 7. Resultados de los análisis físico-químico y microbiológico del punto 6.



WASCORP S.A. WATER SERVICE CORPORATION S.A.

Planta Industrial: Panamericana Sur Km 21, sector Cutugagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf. 3678 269

LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTOS DE AGUAS INDUSTRIALES
FLOCULANTES - COAGULANTES
PLANTAS POTABILIZADORAS
REMEDIACION AMBIENTAL
ABSORCION DE CRUDOS
REACTIVOS QUIMICOS
CARBON ACTIVADO
GRAVA SILISICA
BARITINA
BOMBAS

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcMG-012-01

LOCALIZACIÓN: Apawa Cantón Pujufí Cotopaxi
ATENCION: Srta. Gabriela Amores
FECHA DE MUESTREO: 06/02/2012
FECHA DE REPORTE: 01/02/2012
IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: M1: Muestra domiciliaria

ANALISIS FISICO-QUIMICO			NORMA INEN 1 108	
PARAMETRO	UNIDADES	Muestra 1	LIMITE DESEABLE	LIMITE MAX. DISPONIBLE
pH	.....	7,20	7 - 8,5	6,5 - 9,5
Conductividad	µS/cm	99	**	**
Turbidez	FTU	0,65	5,0	20,0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO ₃	45,04	**	**
Fosfatos (PO ₄)	mg/L	2,5	**	**
Nitratos (NO ₃)	mg/L	0,8	10	40,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	48	500	1000,0
Dureza Total	mg/L como CaCO ₃	45,04	120,0	300,0
Hierro (Fe+++)	mg/L	0,08	0,2	0,8
DQO	mg/L	30	250,0	**
DBO 5	mg/L	12	100,0	**
Oxígeno disuelto	mg/L	4	**	**

** = No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS AGUA POTABLE.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
PARÁMETRO	UNIDADES	Muestra 1
Coliformes Totales	ufc/mL	0
Coliformes Fecales	ufc/mL	0

Responsable de Laboratorio: Tigo, Edgar Moromenacho

COMENTARIO: el análisis fisicoquímico así como el microbiológico indican que la calidad del agua M1 cumple con los parámetros establecidos en la norma INEN 1108 para aguas de consumo.

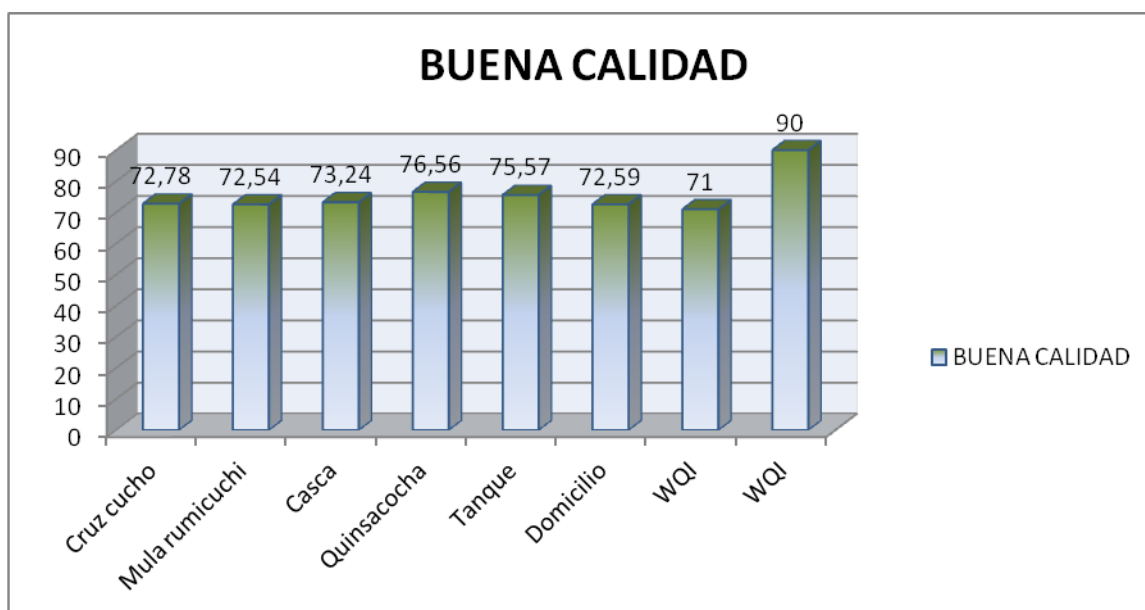
Atentamente:
WASCORP S.A.
Ing. Jairo Pasaca
Asesor Técnico

ANEXO 8. Resultados y gráfica en base al cálculo de WQI.

CLASIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS EN BASE WQI		
RANGOS DE VALORES	CALIDAD DEL AGUA	INDICACIÓN
91 – 100	Muy Buena	Un valor ubicado en este rango indica que el agua es muy buena para el uso humano y puede ser utilizada con mucha seguridad.
71 – 90	Buena	Un valor ubicado en este rango indica que el agua aun es buena para el uso humano pero es un poco menos segura que la anterior categoría, por lo tanto es recomendable una desinfección.
51 – 70	Media	Un valor ubicado en este rango indica que el agua no es tan buena, es media, y por lo tanto se la deberá desinfectar antes de utilizarla.
26 – 50	Mala	Un valor ubicado en este rango indica que el agua es mala, por lo tanto puede provocar enfermedades o reacciones desfavorables en el ser humano, y es preferible que sea no solo desinfectada sino tratada antes de ser utilizada.
0 - 25	Muy mala	Un valor ubicado en este rango indica que el agua definitivamente no puede ser utilizada por el ser humano y obligatoriamente deberá ser tratada.

NOMBRE DE LA CAPTACIÓN	RESULTADO	CARACTERIZACIÓN	TRATAMIENTO SEGÚN LA LEGISLACIÓN (TULAS)
Cruz Cucho	72,78	BUENA CALIDAD	Tratamiento de desinfección
Mula Rumicuchi	72,54	BUENA CALIDAD	Tratamiento de desinfección
Casca	73,24	BUENA CALIDAD	Tratamiento de desinfección
Quinsacocha	76,56	BUENA CALIDAD	Tratamiento de desinfección
Tanque de distribución	75,57	BUENA CALIDAD	Tratamiento de desinfección
Domicilio del Señor Pedro Quishpe	72,59	BUENA CALIDAD	Tratamiento de desinfección

Gráfico de los Resultados de los puntos de estudio en base WQI.



ANEXO 9. Resultados en base a la norma WQI, del punto 1, Vertiente Cruz Cucho.

Formulario para laboratorio Punto Cruz cucho					
DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	60	57	9,69
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0,16	1	99	15,84
pH	pH	0,11	7,47	93	10,23
DBO5	mg/l	0,11	12	28	3,08
Cambio Temperatura	°C	0,1		87	8,7
Fosfato Total	mg/l	0,1	3,21	20	2
Nitratos	mg/l	0,1	1,1	96	9,6
Turbidez	NTU	0,08	0,8	97	7,76
Solidos Totales	mg/l	0,07	28	84	5,88
					72,78
Observaciones:	BUENA CALIDAD				

Fuente: Software WQI, proporcionado por la Fundación Natura.

ANEXO 10. Resultados en base a la norma WQI, del punto 2, Vertiente Mula Rumicuchi.

Formulario para laboratorio punto Mula Rumicuchi					
DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	60	57	9,69
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0,16	1	99	15,84
pH	pH	0,11	7,59	92	10,12
DBO5	mg/l	0,11	9	38	4,18
Cambio Temperatura	°C	0,1		87	8,7
Fosfato Total	mg/l	0,1	8,66	7	0,7
Nitratos	mg/l	0,1	1,4	96	9,6
Turbidez	NTU	0,08	0,6	97	7,76
Solidos Totales	mg/l	0,07	30	85	5,95
					72,54
Observaciones:	BUENA CALIDAD				

Fuente: Software WQI, proporcionado por la Fundación Natura.

ANEXO 11. Resultados en base a la norma WQI, del punto 3, Vertiente Casca.

Formulario para laboratorio punto Casca					
DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	60	57	9,69
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0,16	1	99	15,84
pH	pH	0,11	7,60	92	10,12
DBO5	mg/l	0,11	8	42	4,62
Cambio Temperatura	°C	0,1		87	8,7
Fosfato Total	mg/l	0,1	5,6	11	1,1
Nitratos	mg/l	0,1	2,4	93	9,3
Turbidez	NTU	0,08	0,52	99	7,92
Solidos Totales	mg/l	0,07	30	85	5,95
Observaciones:					73,24
BUENA CALIDAD					

Fuente: Software WQI, proporcionado por la Fundación Natura.

ANEXO 12. Resultados en base a la norma WQI, del punto 4, Vertiente Quinsacocha.

Formulario para laboratorio punto Quinsacocha					
DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	55	51	8,67
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0,16	1	99	15,84
pH	pH	0,11	7,60	92	10,12
DBO5	mg/l	0,11	2	80	8,8
Cambio Temperatura	°C	0,1		91	9,1
Fosfato Total	mg/l	0,1	9,8	7	0,7
Nitratos	mg/l	0,1	1,9	95	9,5
Turbidez	NTU	0,08	0,41	98	7,84
Solidos Totales	mg/l	0,07	46	86	6,02
Observaciones:					76,59
BUENA CALIDAD					

Fuente: Software WQI, proporcionado por la Fundación Natura.

ANEXO 13. Resultados en base a la norma WQI, del punto 5, tanque antes de la cloración y distribución.

Formulario para laboratorio punto Tanque antes cloración y distribución					
DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	60	57	9,69
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0,16	1	99	15,84
pH	pH	0,11	7,60	92	10,12
DBO5	mg/l	0,11	5	56	6,16
Cambio Temperatura	°C	0,1		91	9,1
Fosfato Total	mg/l	0,1	4,9	13	1,3
Nitratos	mg/l	0,1	1,8	95	9,5
Turbidez	NTU	0,08	0,38	98	7,84
Solidos Totales	mg/l	0,07	30	86	6,02
					75,57
Observaciones:	BUENA CALIDAD				

Fuente: Software WQI, proporcionado por la Fundación Natura.

ANEXO 14. Resultados en base a la norma WQI, del punto 6, muestra domiciliaria.

Formulario para laboratorio Muestra Domiciliaria					
DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	55	51	8,67
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0,16	1	99	15,84
pH	pH	0,11	7,20	92	10,12
DBO5	mg/l	0,11	12	28	3,08
Cambio Temperatura	°C	0,1		91	9,1
Fosfato Total	mg/l	0,1	2,5	24	2,4
Nitratos	mg/l	0,1	0,8	96	9,6
Turbidez	NTU	0,08	0,65	97	7,76
Solidos Totales	mg/l	0,07	48	86	6,02
					72,59
Observaciones:	BUENA CALIDAD				

Fuente: Software WQI, proporcionado por la Fundación Natura.

ANEXO 15. Mapa de Cobertura Vegetal y Uso del Suelo.

ANEXO 16. Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema de agua de Apawa.

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA DE AGUA APAWA



CANTÓN PUJILÍ

PROVINCIA DE COTOPAXI

ACTIVIDADES DEL OPERADOR

1. Mantener en buen estado las unidades del Sistema de Agua Potable
2. Desinfectar diariamente el Sistema de Agua Potable
3. Comprobar diariamente el cloro residual.
4. Comunicar a la Junta la existencia de Hipoclorito de Calcio.
5. Cada mes hacer la lectura de medidores domiciliarios.
6. Ejecutar nuevas conexiones domiciliarias de agua.
7. Notificar a los usuarios morosos para el pago de sus tarifas.
8. Cortar el servicio a los usuarios morosos
9. Informar a la Junta de los problemas existentes.
10. Ser amable con el usuario y evitar discusiones.
11. Informar al usuario el nuevo trámite para obtener la conexión domiciliaria.
12. Instruir al usuario sobre el uso correcto del agua y como debe conservar las instalaciones.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (DEFINICIONES)

OPERACIÓN.- Es el conjunto de acciones que se efectúan con determinada oportunidad y frecuencia, para poner en funcionamiento un adecuado sistema de Agua Potable.

MANTENIMIENTO.- Es el conjunto de acciones internas que se ejecutan en forma permanente y sistemática en las instalaciones y equipos para mantenerlas en adecuado funcionamiento.

TANQUE DE CAPTACIÓN (EN LA VERTIENTE)

PROBLEMAS QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN LA CAPTACIÓN

- Materiales sedimentados.
- Material sedimentado obstruyendo la tubería de salida por falta de oportuna limpieza del tanque.
- Disminución del caudal de la vertiente debido a que sus aguas se desvían a otro lugar.
- Disminución del caudal de la vertiente, debido a prolongadas sequías.
- Filtraciones por defecto de la construcción.
- Derrumbes que puede afectar la estructura.
- Filtración de aguas lluvias al tanque de captación, por falta de cuneta de coronación.

- Presencia de posibles focos de contaminación en el área de captación.
- Fuga de agua en accesorios por falta de mantenimiento y lubricación.
- Tapas sanitarias obstruidas y rotas.
- Seguridades violadas.
- Acceso de personas y animales por falta de cerramiento.
- Deforestación.
- Crecimiento de algas y vegetación en general.
- Proliferación de bacterias, microbios y más animales.

OPERACIÓN

Frecuencia	Tiempo	Actividades de Operación
1 vez al mes	1 día	Cerrar válvula de salida Limpieza del interior de la caja del tanque de captación de todo el material sedimentado. Desinfectar en interior con cloro (paredes y pisos) Abrir la válvula de limpieza una vez cumplido el tiempo de desinfección. Cerrar la válvula de limpieza. Abrir la válvula de salida. Verificar la tapa y candado que esté funcionando. Cortar vegetación circundante.

MANTENIMIENTO

Frecuencia	Tiempo	Actividades de Operación
1 vez al mes	1 día	Inspección de la obra en su totalidad (interior y exterior) Excavación de la cuneta de coronación para la recolección de aguas lluvias. Limpieza del cajón de captación y revisar que las tapas estén seguras. Desinfección de pisos, paredes, loza con cloro granulado al 70%. Revisar la estructura del cajón para detectar problemas. Revisar y manipular válvulas. Lubricar con aceite 3 en 1. Limpieza, recolección de basura, corte de vegetación a 10 metros del área de captación.

		Construcción del cerramiento para seguridad y no permitir el ingreso de personas y animales.+
--	--	---

MATERIALES Y HERRAMIENTAS REQUERIDOS

Escoba, pala, lonas, pico, machete, bailejo, baldes, juego de llaves de tubo, empaques, aceitero, lubricante, pintura, brocha, cloro, comprobador de cloro.

LINEA DE CONDUCCIÓN.

PROBLEMAS QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

- Zanjas descubiertas.
- Tuberías y accesorios visibles.
- Taponamientos.
- Derrumbes.
- Válvulas de aire manipuladas y obstruidas.
- Válvulas de desagüe manipuladas y obstruidas.
- Tapas sanitarias rotas, obstruidas sin seguridad.
- Extremos de pasos de quebrada descubiertos
- Pasos de quebrada sin protección y seguridad sin señal de peligro.
- Accesorios, tuberías y cables en proceso de corrosión.
- Conexiones clandestinas.

OPERACIÓN

Frecuencia	Tiempo	Actividades de Operación
1 vez al mes	8 horas	Recorrer y observar en forma directa como se encuentra la línea de conducción, revisando válvulas y pasos de quebrada que estén funcionando hasta llegar al tanque de reserva.

MANTENIMIENTO

Frecuencia	Tiempo	Actividades de Operación
-------------------	---------------	---------------------------------

1 vez al mes	8 horas	Desinfección de la línea de conducción anticipar previamente al usuario. Relleno y compactación de zanjias descubiertas. Relleno y compactación de tuberías descubiertas. Pasos de quebrada que los extremos estén seguros y rellenos compactados. De haber válvulas, manipular y lubricar. Pintura anticorrosiva en accesorios y tuberías visibles y pasos de quebrada. Lubricar válvulas con aceite 3 en 1.
--------------	---------	--

MATERIALES Y HERRAMIENTAS REQUERIDOS

Pala, pico, machete, bailejo, juego de llaves de tubo, empaques, aceitero, lubricante, pintura, brocha, cloro.

TANQUE DE RESERVA

PROBLEMAS QUE SE PUEDE PRESENTAR EN EL TANQUE DE RESERVA

- Obstrucción de la tubería de ingreso y válvula flotadora por sedimento y falla de válvula flotadora.
- Sedimento en el interior del tanque, obstrucción válvula de control.
- Paredes y pisos sucios.
- Tapas y seguridades dañadas y violadas.
- Deterioro de pintura.
- Válvulas de control y accesorios dañados.

OPERACIÓN

Frecuencia	Tiempo	Actividades de Operación
1 vez al mes	1 día	Observación directa e interna y externa del tanque de reserva. Observación y manipulación de válvulas y funcionamiento de tapas y puertas.

MANTENIMIENTO

Frecuencia	Tiempo	Actividades de Operación
-------------------	---------------	---------------------------------

1 vez al mes	1 día	Cerrar la válvula de salida. Abrir la válvula de desagüe. Sacar válvula flotadora, limpieza y lubricación. Lavado de paredes y piso de suciedad de sedimento. Desinfección del tanque de paredes y piso con cloro. Manipulación y lubricación de válvulas de control. Lubricación de tapas puertas y seguridades. Cerrar la válvula de desagüe. Abrir la válvula de salida.
--------------	-------	---

MATERIALES Y HERRAMIENTAS REQUERIDOS

Escoba, pala, basurero, pico, machete, bailejo, baldes, juego de llaves de tubo, empaques, aceite, lubricante, pintura, brocha, cloro, comprobador de cloro.

DESINFECCIÓN

EQUIPO DE PROTECCIÓN

- Casco o gorra.
- Gafas.
- Mascarilla.
- Guantes.
- Botas.

MATERIALES

- 1 balde plástico pequeño.
- 1 paleta de 0.50 x 0.06
- 1 escoba con cerdas plásticas.
- 1 cepillo plástico
- Hipoclorito de calcio.

DESINFECCIÓN

Se define como la eliminación de agentes infecciosos (bacterias y microorganismos patógenos) por medio de cloro.

PROBLEMAS QUE SE PUEDE PRESENTAR EN LA DESINFECCIÓN

- Desconocimiento del caudal de ingreso a la reserva.
- Desconocimiento de la cantidad y falta de cloro.
- Obstrucción y taponamiento del dosificador.
- Obstrucción y taponamiento de la salida.
- Incrustación de cloro en paredes, pisos y tapas.

APLICACIÓN

Para medir el caudal de ingreso se utilizará un recipiente de volumen conocido, para aforar pequeños caudales se determina el tiempo, luego determinamos el caudal que ingresa expresado en litros/segundo.

La Subsecretaria de Saneamiento Ambiental, ejemplo: En 1 litro/ segundo se utilizara 4 onzas de cloro granulado al 70%.

Cantidad de agua (litros/ segundo)	Cantidad de cloro (Onzas)
1	4
2	8
3	12
4	16

El aforo al tanque de reserva es de 0.5 litros / segundo, la cantidad de cloro requerida es de 2 onzas, la misma que debe ser disuelta en un balde, removido con la paleta en un litro de agua, esta solución se colocará en el tanque hipoclorador de 500 lt, para que un tanque hipoclorador dosifique durante 24 horas, la llave de paso de la manguera o dosificador del aparato debe ser manipulado a manera que en 3 minutos vaciar un litro.

OPERACIÓN

Frecuencia	Tiempo	Actividades de Operación
Diario	1 hora	Aforar el caudal de ingreso a la reserva. Preparación de la dosificación a aplicar. Aplicación de la dosificación y regulación. Control y registro del cloro residual, formulario correspondiente.

MANTENIMIENTO

Frecuencia	Tiempo	Actividades de Operación
Semanal	1 hora	Limpieza o lavado de pisos, paredes y tapa del tanque. Manipulación de válvulas y dosificador. Inspección del sistema y equipo de control del control residual.

REDES DE DISTRIBUCIÓN

PROBLEMAS QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

- Falta de caudal.
- Fugas de agua en válvulas, accesorios y tuberías rotas por presión.
- Zanjas y tuberías descubiertas.

OPERACIÓN

Frecuencia	Tiempo	Actividades de Operación
2 veces al mes	12 horas	Operación de válvulas para la distribución de agua según la sectorización de la red y del servicio. Tapado y compactado de zanjas descubiertas.

MANTENIMIENTO

Frecuencia	Tiempo	Actividades de Operación
2 veces al mes	12 horas	Anticipar previamente al usuario. Desinfección de la línea de distribución. Apertura y revisión de válvulas. Inspección del uso indebido, desperdicio y conexiones clandestinas. Reparación inmediata de fugas de agua.

Materiales y herramientas requeridos.

Pala, pico, machete, bailejo, baldes, juego de llaves de tubo, empaques, aceite, lubricante, cloro, comprobador de cloro.

CONEXIONES DOMICILIARIAS

PROBLEMAS QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN LAS CONEXIONES DOMICILIARIAS

- ✓ Taponamiento.
- ✓ Fuga de agua en válvula o llaves de paso y pico.
- ✓ Medidor de agua no funciona.
- ✓ Medidor de agua no marca bien.
- ✓ Conexiones clandestinas.
- ✓ Desperdicio.

OPERACIÓN

Frecuencia	Tiempo	Actividades de Operación
2 veces al mes	12 horas	Manipuleo de llaves de paso y chorro. Lectura de medidor. Observar caudal de agua.

MANTENIMIENTO

Frecuencia	Tiempo	Actividades de Operación
2 veces al mes	12 horas	Limpieza del medidor. Inspeccionar fugas de agua y arreglar. Revisar antes el medidor, posibles conexiones clandestinas. Controlar desperdicio. Amonestar al usuario.

Materiales y herramientas requeridos.

Baldes, juego de llaves de tubo, empaques, aceitero, lubricante, comprobador de cloro.

CONTROL DE CLORO RESIDUAL

PROBLEMAS QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN EL CONTROL DE CLORO RESIDUAL

- ✓ Falta de cloro en la red.
- ✓ Falta de ortotolidina.

PROCEDIMIENTO

- Se lava el tubo de vidrio del comparador de cloro de 2 a 3 veces.
- Se llena el tubo de vidrio del comparador de agua de la reserva y de las conexiones domiciliarias.
- Se coloca en el agua de muestra de 3 a 5 gotas de ortotolidina, luego se tapa y se agita el tubo.
- Se compara el color de agua con la tonalidad de amarillo del comparador.

OPERACIÓN

Frecuencia	Tiempo	Actividades de Operación
Diario	2 horas	Comprobar con el equipo en 3 puntos: 1. Tanque de reserva. 2. Al interior de la red de distribución en una conexión domiciliaria. 3. Al final en una conexión domiciliaria.

MANTENIMIENTO

Frecuencia	Tiempo	Actividades de Operación
Diario	2 horas	Comparar diariamente el cloro residual. Mantener adecuado el equipo de control de cloro residual. Tener siempre la ortotolidina.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS REQUERIDOS.

Formulario, cloro, comprobador de cloro.

FOTOGRAFÍAS DEL PROYECTO.

FOTOGRAFÍA N°1.



Punto 1. Vertiente Cruz Cucho
Coordenadas: 09888089N; 0730831E; 4180msnm
Tomada por: G.A (2011)

FOTOGRAFÍA N°2.



Punto 2. Vertiente Mula Romicuchi
Coordenadas: 09888622 N; 0730759 E; 4135msnm
Tomada por: G.A (2011)

FOTOGRAFÍA N°3.



Punto 3. Vertiente Casca
Coordenadas: 09889376 N; 0730901 E; 4132 msnm
Tomada por: L.C (2011)

FOTOGRAFÍA N°4.



Punto 4. Vertiente Quinsacocha
Coordenadas: 09889650 N; 0730945 E; 4121 msnm
Tomada por: L.C (2011)

FOTOGRAFÍA N°5.



Punto 5, Tanque de agua antes de la cloración
Coordenadas: 09892582 N; 0730691 E; 3852 msnm
Tomada por: G.A (2011)

FOTOGRAFÍA N°6.



VERIFICACIÓN DE LOS PUNTOS A MUESTREAR EN COMPAÑÍA
DE LA COMPAÑERA VICTORIA GUAMÁN, DE LA COMUNIDAD
DE APAWA.

FOTOGRAFÍA N°7.



RECORRIDO CON TÉCNICOS DEL GOBIERNO PROVINCIAL DE
COTOPAXI

FOTOGRAFÍA N°8.



TOMA DE DATOS EN CAMPO

FOTOGRAFÍA N°9.



SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO CON DIRIGENTES, TÉCNICOS DEL GPC Y COMUNEROS.

FOTOGRAFÍA N°10.



TOMA DE MUESTRAS DE AGUA PARA LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

